Skripsi

DEPOSISI SECARA REDOKS NANOPARTIKEL MnO₂ PADA PERMUKAAN KARBON AKTIF SEKAM PADI *(Oryza sativa)* DAN POTENSINYA SEBAGAI MATERIAL ELEKTRODA PSEUDOKAPASITOR

IRMA YANI H311 13 033



JURUSAN KIMIA FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2017

DEPOSISI SECARA REDOKS NANOPARTIKEL MnO₂ PADA PERMUKAAN KARBON AKTIF SEKAM PADI (*Oryza sativa*) DAN POTENSINYA SEBAGAI MATERIAL ELEKTRODA PSEUDOKAPASITOR

skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Oleh:

IRMA YANI H311 13 033



MAKASSAR

2017

SKRIPSI

DEPOSISI SECARA REDOKS NANOPARTIKEL MnO₂ PADA PERMUKAAN KARBON AKTIF SEKAM PADI *(Oryza sativa)* DAN POTENSINYA SEBAGAI MATERIAL ELEKTRODA PSEUDOKAPASITOR

Disusun dan diajukan oleh:

IRMA YANI

H 311 13 033

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama

-lo

Dr. Sci. Muhammad Zakir NIP. 19701103 199903 1 001

Pembimbing Pertama

<u>Dr. Maming, M.Si</u> NIP. 19631231 198903 1 031

"Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang yang berakal" (Qs. Ali Imran (3): 190)

"Kenyataan hari ini adalah mimpi kemarin dan mimpi hari ini adalah kenyataan hari esok" (Hassan Al-Banna)

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah Tuhan seluruh alam yang telah memberi sebaik-baik nikmat berupa Iman dan Islam yang Alhamdulillah masih diberikan pada diri kita. Shalawat serta salam tidak lupa kami kirimkan kepada Rasulullah Muhammad *shallallahu 'alaihi wasallam* sebagai khudwah terbaik sepanjang masa sebab atas perjuangan beliaulah sehingga kita masih bisa merasakan nikmatnya berislam sampai hari ini. Tidak lupa pula kita kirimkan kepada keluarga beliau, sahabat, sahabiyah, tab'in, atba'ut-tabi'in dan orang-orang yang selalu istiqamah di jalan addinul islam ini hingga qadar Allah berlaku atas diri mereka. Alhamdulillah, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul **Deposisi Secara Redoks Nanopartikel MnO₂ pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi** (*Oryza sativa*) dan Potensinya sebagai Material Elektoda Pseudokapasitor sebagai salah satu syarat mendapatkan gelar sarjana sains Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Pertama dari yang paling utama, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orangtua dan saudara-saudaraku yang terkasih, Ayahandaku La Irama, Ibundaku Amria, serta kakanda-kakandaku Jumriati, Jumadin, Jahaluddin, Wa Ode Yusriati, La Ode Abdul Rizal yang selalu mendukung, menyemangati, memotivasi, menasehati dan yang tiada henti memberikan doa terbaik sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Semoga Allah SWT membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si** selaku Pembimbing Utama dan Bapak **Dr. Maming, M.Si** selaku Pembimbing Pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membimbing dan memberikan ilmu yang begitu berharga serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

- Ketua dan Sekretaris Departemen Kimia, Dr. Indah Raya, M.Si dan Dr. Muhammad Zakir, M.Si, seluruh Dosen yang telah membagi ilmunya serta staf Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Hasanuddin. Terima kasih bantuan dan kerjasamanya.
- Tim Penguji Ujian Sarjana Kimia, Prof. Dr. Ahyar Ahmad, Dr. Firdaus, MS, dan Drs. L. Musa Ramang, M.Si Terima kasih atas bimbingan dan saran-saran yang diberikan.
- 3. Bapak Ir. Abdul Hayat Kasim, MT dan Drs. Fredryk W. Mandey, M.Si selaku Penasehat Akademik. Terima kasih telah memberikan nasehat dan bimbingan selama mengikuti proses perkuliahan di Jurusan Kimia.
- Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Republik Indonesia (Dikti). Terima kasih yang sebesar-besarnya atas bantuan beasiswa Bidik Misi yang telah diberikan selama ± 4 tahun.
- Seluruh analis laboratorium: Pak Sugeng, Kak Fiby, Kak Linda, Ibu Tini, Kak Anti, Pak Iqbal, kak Hanna, dan kak Heryanto. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penelitian.
- 6. Kawan-kawanku tercinta **TITRASI 2013**. Terima kasih atas semua dukungan, semangat dan persahabatan yang telah kalian berikan selama ini.
- 7. Teman-teman Pengurus Mushalla Ulul Abshaar Kimia FMIPA Unhas (Maya Ulfa, Nur Atisah, Fitriani, Ayu Puspitasari, dan Triana Febrianti)

terima kasih atas dukungan do'a, nasihat dan semangat dakwah, dan kebersamaannya di jalan dakwah.

- Seluruh warga dan alumni KMK FMIPA Unhas. HMK tempat kita dibina, HMK tempat kita ditempa.
- Kakak-kakak, adik-adik, serta alumni KM FMIPA Unhas. Salam Use Your Mind Be The Best.
- 10. Halaqah Tarbiyah dan Tahsin: Hikma, Santri, Suci, Mun, Ody, Riska, Ifa, Emmi, Sarifah, Ani, Tisa, Fitri, Ita, Ana. Terima kasih atas bekal ilmu akhirat yang begitu berharga dan kebersamaan selama bermajelis ilmu.
- 11. KKN Gel. 93 Kabupaten Enrekang, Kecamatan Alla, Posko Bolang Bersatu: Firman, kak Rifky, kak Icang, Anhy, Lia, Risma. Terima kasih atas kebersamaan dan pengalaman berharga selama di lokasi KKN.
- 12. Teman-temanku Al-Khaer crew; Wa Ode Baharaeni, Sitti Muharani, dan Dita Destiah. Terima kasih telah menemani baik suka maupun duka, memberi dukungan, serta pengalaman yang tak terlupakan.
- Teman-temanku LEVIOSA SMAN 2 BAUBAU. Terima kasih atas motivasi dan pengalaman berharga selama di bangku SMA.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritikan dan saran yang bersifat membangun dari berbagai pihak. Akhirnya, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat kepada para peneliti selanjutnya dalam bidang Kimia Fisika khususnya material penyimpan energi elektrokimia.

Makassar, April 2017

Penulis

ABSTRAK

Deposisi secara redoks nanopartikel MnO2 pada permukaan karbon aktif sekam padi (Oryza sativa) untuk meningkatkan nilai kapasitansi telah dilakukan. Karbon aktif sekam padi dibuat melalui dua tahap, yaitu karbonisasi dan aktivasi kimia dengan ZnCl₂. Luas permukaan karbon sebelum dan sesudah aktivasi yang diperoleh dengan metode metilen biru yaitu 45,1225 m²/g dan 101,0895 m²/g. Deposisi MnO₂ dilakukan dengan mereaksikan KMnO₄ dan karbon aktif menggunakan variasi massa karbon, konsentrasi KMnO₄, suhu, dan pH. Hasil analisis XRD dan XRF menunjukkan bahwa MnO₂ berhasil dideposisi pada permukaan karbon (kecuali karbon pada variasi massa 0,4 g) yang ditandai dengan terbentuknya puncak baru pada 2 θ sekitar 37° dan 65° serta peningkatan kadar MnO pada karbon aktif. Hasil analisis dengan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa MnO₂ yang terbentuk sebagian terdispersi ke larutan yang ditandai dengan adanya serapan yang dimulai pada daerah visible dan maksimum pada daerah UV (205-215 nm) kecuali karbon yang terdeposisi pada suasana asam terbentuk spesi $Mn_3O_4^{4+}$ yang terlarut dalam filtrat. Deposisi MnO_2 paling efektif dilakukan dengan mereaksikan 0,6 g karbon dengan KMnO₄ 0,05 M pada suhu 95 °C dalam suasana basa. Hasil pengukuran kapasitansi spesifik dengan metode cyclic voltammetry menunjukkan bahwa MnO₂ memiliki efek pseudokapasitif yang sangat baik sebab mampu meningkatkan nilai kapasitansi spesifik hingga 2000 kali dengan nilai kapasitansi spesifik karbon aktif sebelum deposisi sebesar 0,0106 mF/g.

Kata kunci: deposisi, kapasitansi spesifik, karbon aktif sekam padi, MnO₂, reaksi redoks.

ABSTRACT

The redox deposition of MnO₂ nanoparticles on the surface of rice husk (Oryza sativa) activated carbon aimed to increase the value of specific capacitance was carried out. Activated carbon was made through two steps, namely carbonization and chemical activation with ZnCl₂. The surface area of the rice husk Carbon before and after activation obtained by methylene blue method were 45,1225 m²/g and 101,0895 m²/g. Deposition of MnO₂ was done by reacting KMnO₄ and activated carbon using carbon mass variation, KMnO₄ concentration, temperature, and pH. The results of XRD and XRF analysis show that MnO₂ successfully deposited on the surface of carbon (except carbon at 0.4 g mass variation) characterized by the formation of new peaks at 2 θ around 37° and 65°. The results of the analysis with UV-Vis spectrophotometer showed that MnO₂ was partially dispersed into solution characterized by absorption starting at the visible and maximum at UV region (205-215 nm) except carbon deposited at the acidic solution there was Mn₃O₄⁴⁺ Which dissolves in the filtrate. Deposition of MnO₂ was most effectively by reacting 0.6 g of carbon with KMnO₄ 0.05 M at 95 °C in alkaline solution. The result of specific capacitance measurement by cyclic voltammetry method shows that MnO₂ has excellent pseudocapacitance effect because it can increase specific capacitance value up to 2000 times with specific capacitance value before MnO_2 deposition was 0,0106 mF/g.

Keywords: deposition, rice husk activated carbon, specific capacitance, MnO_2 , redox reaction.

DAFTAR ISI

Halaman

PRAKATA	v
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI	х
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	XV
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penyimpanan Energi Elektrokimia (EES)	6
2.2 Kapasitor Elektrokimia	6
2.3 Karbon Aktif	8
2.4 Sekam padi (Oryza sativa) sebagai Sumber Karbon Aktif	11
2.5 MnO ₂ sebagai senyawa pseudokapasitif	14
BAB III METODE PENELITIAN	20

3.1 Bahan Penelitian	19
3.2 Alat Penelitian	19
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	19
3.4 Prosedur Penelitian	20
3.4.1 Preparasi Sampel	20
3.4.2 Karbonisasi	20
3.4.3 Aktivasi	20
3.4.4 Penentuan Luas Permukaan	20
3.4.5 Deposisi Redoks Nanopartikel MnO ₂ pada Permukaan KASP	21
3.4.5.1 Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap Deposisi MnO ₂	22
3.4.5.2 Pengaruh Konsentrasi KMnO ₄ terhadap Deposisi MnO ₂	22
3.4.5.3 Pengaruh Suhu terhadap Deposisi MnO ₂	22
3.4.5.4 Pengaruh pH terhadap Deposisi MnO ₂	23
3.4.6 Pembuatan Elektroda	23
3.4.7 Pengukuran Nilai Kapasitansi Spesifik	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Pembuatan Karbon Sekam Padi	25
4.2 Aktivasi	26
4.3 Penentuan Luas Permukaan	27
4.4 Deposisi MnO ₂ pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi	28
4.4.1 Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap deposisi MnO ₂	29
4.4.2 Pengaruh Konsentrasi KMnO ₄ Aktif terhadap deposisi MnO ₂	36
4.4.3 Pengaruh Suhu terhadap deposisi MnO ₂	41
4.4.4 Pengaruh pH terhadap deposisi MnO ₂	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	53
5.1 Kesimpulan	53

5.2 Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar

halaman

1. Skema kapasitor elektrokimia	7
2. Mekanisme pembentukkan lapisan ganda listrik (<i>electrical dou layer</i>)	ble 8
3. Struktur karbon amorf	9
4. Struktur pori karbon aktif granular dan fibrous	9
5. Proses adsorpsi adsorbat pada permukaan karbon aktif	10
6. Sekam padi	13
 Penampang karbon aktif sekam padi hasil uji SEM ya dikarbonisasi pada suhu 400 °C dan 300 °C dengan dan tar aktivasi ZnCl₂ 	ng ipa 14
8. Mekanisme deposisi senyawa elektroaktif pada permukaan elektro kapasitor yang terbuat dari karbon aktif dan karbon nanotube	oda 15
9. Penampang permukaan karbon tanpa dan dengan deposisi MnO_2	18
10. Kurva kalibrasi deret standar metilen biru	28
11. Difraktogram KASP (a), KASP 0,4 g/MnO ₂ (b), KASP 0,6 g/Mn (c), KASP 0,8 g/MnO ₂ (d)	31
12. Spektrum UV-Vis larutan KMnO ₄ dan filtrat hasil reduksi KMn oleh KASP dengan massa 0,4 g, 0,6 g, dan 0,8 g	O ₄ 33
13. Voltammogram KASP (a), KASP 0,4 g/MnO ₂ (b), KASP (g/MnO ₂ (c), KASP 0,8 g/MnO ₂ (d)	0,6 34
14. Difraktogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,02 M) (b), KA /MnO ₂ (KMnO ₄ 0,05 M) (c), KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,02 M) (d)	SP 37
15. Spektrum UV-Vis larutan KMnO ₄ dan filtrat hasil reduksi KMn dengan konsentrasi 0,02 M, 0,05 M, dan 0,08 M oleh KASP	39

16. Vo KA (d)	oltammogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,02 M) (b), ASP /MnO ₂ (KMnO ₄ 0,05 M) (c), KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,02 M))	40
17. Di (80	ifraktogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (65 °C) (b), KASP/MnO ₂ 0 °C) (c), KASP/MnO ₂ (95 °C) (d)	42
18. Sp ole	oektrum UV-Vis larutan KMnO4 dan filtrat hasil reduksi KMnO4 eh KASP pada suhu 65 °C, 80 °C, dan 95 °C	44
19. Vo (80	oltammogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (65 °C) (b), KASP/MnO ₂ 0 °C) (c), KASP/MnO ₂ (95 °C) (d)	45
20. Di (ne	ifraktogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (asam) (b), KASP/MnO ₂ etral) (c), KASP/MnO ₂ (basa) (d)	47
21. Sp ole	pektrum UV-Vis larutan KMnO4 dan filtrat hasil reduksi KMnO4 eh KASP pada suasana asam, basa, dan netral	49
22. Str	ruktur Tc(IV) polimerik (Tc _n O _p ^{(4n-2p)+})	50
23. Fil ses	ltrat hasil deposisi MnO ₂ dalam suasana asam sebelum dan sudah penambahan NaOH	50
24. Vo (ne	oltammogram KASP (a), KASP/MnO ₂ (asam) (b), KASP/MnO ₂ etral) (c), KASP/MnO ₂ (basa) (d)	51

DAFTAR TABEL

Ta	bel h	nalaman
1.	Komposisi senyawa yang terkandung di dalam sekam padi	12
2.	Nilai absorbansi deret standar metilen biru pada λ_{maks} 660 nm	27
3.	Data luas permukaan karbon	28
4.	Komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi menggunakan massa KASP yang berbeda	32
5.	Data cyclic voltammetry elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO ₂ menggunakan massa KASP yang berbeda	35
6.	Komposisi senyawa yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi menggunakan konsentrasi KMnO ₄ yang berbeda	38
7.	Data cyclic voltammetry elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO ₂ menggunakan konsentrasi KMnO ₄ yang berbeda	41
8.	Komposisi senyawa yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi pada suhu yang berbeda	43
9.	Data cyclic voltammetry elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO ₂ pada suhu yang berbeda	46
10.	. Komposisi senyawa yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi pada suasana asam, basa, dan netral	48
11.	. Data cyclic voltammetry elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO ₂ pada suasana asam, basa, dan netral	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

halaman

1. Skema Prosedur Kerja	59
2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	64
3. Perhitungan Luas Permukaan Karbon Aktif	
4. Perhitungan Kapasitansi Spesifik	
5. Perhitungan Ukuran Partikel	
6. Data Hasil Karakterisasi XRD	
7. Data Hasil Karakterisasi UV-Vis	

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan

Arti

Cs	Kapasitansi Spesifik
CV	Cyclic Voltammetry
CNT	Carbon Nano Tube
EES	Electrochemical Energy Storage
EDLC	Electrochemical Double Layer Capacitor
GWh	Giga Watt hour
KASP	Karbon Aktif Sekam Padi
SEM	Scanning Electron Microscopy
XRD	X-Ray Diffraction
XRF	X-Ray Fluoroscence

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era globalisasi ini, ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang pesat dari waktu ke waktu. Hal ini tentunya harus diimbangi dengan sumber energi yang memadai mengingat kebutuhan energi juga yang semakin meningkat (Chouhan dan Liu, 2012). Di Indonesia, konsumsi energi listrik meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data statistik, energi listrik yang didistribusikan tahun 2011 hingga tahun 2014 mengalami peningkatan sebesar 45.921 GWh atau sekitar 28,94% (Badan Pusat Statistik, 2014).

Sampai saat ini, sumber energi utama di Indonesia masih bertumpu pada bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*) dan diprediksikan akan habis dalam beberapa dekade mendatang (Prastowo, 2007). Selain itu, penggunaannya dapat meningkatkan jumlah emisi gas CO₂, NO_x, dan SO_x di udara yang akan berdampak pada terjadinya pemanasan global dan hujan asam. Ditambah lagi, hasil pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan gas CO yang berbahaya bagi kesehatan (Achmad, 2004; Chouhan dan Liu, 2012). Oleh karena itu, dibutuhkan energi alternatif lain yang sifatnya dapat diperbaharui dan ramah lingkungan untuk memecahkan masalah tersebut.

Penyimpanan Energi elektrokimia merupakan salah satu energi alternatif yang perlu dipertimbangkan dalam menangani krisis energi dunia khususnya di Indonesia karena dapat digunakan secara berkelanjutan dan lebih ramah lingkungan. Penyimpanan energi elektrokimia (EES) terdiri dari baterai, sel bahan

1

bakar dan kapasitor elektrokimia. (International Electrotechnical Commission, 2011; Erdinc dkk., 2009; Winter dan Brodd, 2004).

Kapasitor elektrokimia merupakan salah satu alat penyimpan energi yang lebih menjanjikan dibandingkan dengan baterai dan sel bahan bakar karena siklus penggunaannya yang lebih panjang (Frackowiak dan Beguin, 2001). Kapasitor elektrokimia menyimpan energi dengan cara membentuk lapisan ganda listrik (*Electric Double Layer*) melalui adsorbsi ion pada antarmuka antara elektroda dan elektrolit atau melalui reaksi redoks yang terjadi pada permukaan elektroda (Antonucci dan Antonucci, 2011; Winter dan Brodd, 2004).

Pada umumnya, material penyusun elektroda kapasitor terbuat dari karbon nanofiber (Lai dkk., 2015), karbon aerogel (Zhou dkk., 2008), CNT (Salunkhe dkk, 2015; Xu dkk., 2015), karbon mikropori (Daubert dkk., 2015), karbon mesopori (Wang dkk., 2013), dan sebagainya. Sintesis karbon-karbon tersebut membutuhkan bahan baku yang mahal dan tidak terbaharui, serta proses preparasi yang lama sehingga memakan waktu dan biaya. Oleh karena itu dibutuhkan sumber karbon lain yang murah, terbaharui, terdapat dalam jumlah yang banyak dan proses sintesis yang sederhana, misalnya limbah pertanian (Chen dkk., 2015).

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam hayati termasuk limbah pertanian yang mengandung karbon. Pembuatan kapasitor khususnya di Indonesia dengan memanfaatkan biomassa sebagai sumber karbon telah banyak dilakukan (Rosi dkk., 2012; Syarif, 2014; Zakir dkk., 2013). Salah satu limbah pertanian yang berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan elektroda kapasitor yaitu sekam padi. Di Indonesia, Padi merupakan tanaman pangan dengan produktivitas tertinggi tiap tahunnya. Produksi padi tahun 2015 diperkirakan mencapai 74,99 juta ton gabah kering giling (GKG), mengalami

kenaikan sebesar 4,15 juta ton atau sekitar 5,85% dibandingkan tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2015). Sekam padi mengandung selulosa (31,12%), hemiselulosa (22,48%), dan lignin (22,34%) dengan jumlah yang cukup besar sehingga dapat digunakan sebagai sumber karbon aktif (Kumar dkk., 2010).

Indikator kemampuan penyimpanan energi yang tinggi pada suatu kapasitor ditentukan oleh nilai kapasitansi spesifiknya. Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kapasitansi spesifik adalah dengan memanfaatkan efek pseudokapasitansi yang tergantung pada sifat fungsional permukaan karbon dengan adanya spesis elektroaktif seperti logam atau oksida logam transisi, nitrida atau senyawa polimer penghantar (*conducting polymers*) yang disisipkan (*deposited*) pada permukaan karbon aktif (Frackowiak dan Beguin, 2001; Zakir dkk., 2013).

Senyawa elektroaktif yang sampai saat ini memiliki kemampuan pseudokapasitif yang paling baik adalah rutenium oksida (RuO₂). Kapasitansi yang dihasilkan dapat mencapai 720 Fg⁻¹ hingga 900 Fg⁻¹. Akan tetapi aplikasinya terbatas pada keberadaannya yang sangat langka, harganya yang mahal, dan penggunaannya terbatas pada alat elektronik dengan tegangan rendah. Sehingga Saat ini sedang dikembangkan senyawa elektroaktif lain yang mudah diperoleh dan harganya murah salah satunya yaitu MnO₂ (Augustyn dkk., 2014; Antonucci dan Antonucci, 2011; Frackowiak dan Beguin, 2001). Mangan dioksida (MnO₂) dapat dideposisi secara langsung melalui reduksi KMnO₄ menggunakan karbon aktif itu sendiri sebagai reduktor dalam suasana netral. Proses deposisi MnO₂ ini sangat dipengaruhi oleh perbandingan konsentrasi KMnO₄ dengan massa karbon yang digunakan (Zhang dkk., 2012). Selain itu, menurut Meng dkk. (2013) proses pembentukkan MnO₂ melalui reduksi KMnO₄ juga sangat dipengaruhi oleh pH. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa deposisi MnO₂ pada permukaan elektroda kapasitor, baik yang terbuat dari polimer atau karbon ternyata memberikan efek pseudokapasitif yang cukup baik. Zhang dkk (2012) telah mendeposisi MnO₂ pada permukaan karbon aktif komersial menghasilkan nilai kapasitansi spesifik yang jauh lebih tinggi (163,3 Fg⁻¹) dibandingkan dengan karbon aktif komersial tanpa MnO₂ (84,3 Fg⁻¹). Selain itu, Meng dkk (2013) telah membuat elektroda kapasitor dari nanokomposit MnO₂ dengan polimer polianilin dan ternyata juga memperoleh hasil yang serupa.

Berdasarkan hal tersebut, maka dalam penelitian ini akan dilakukan deposisi MnO₂ pada permukaan karbon aktif sekam padi untuk menghasilkan pseudokapasitor yang memiliki kemampuan penyimpanan energi yang lebih baik daripada sebelumnya. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi proses deposisi MnO₂ diantaranya pengaruh massa karbon aktif, konsentrasi KMnO₄, suhu dan pH sehingga diperoleh nilai kapasitansi yang maksimum.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

- Bagaimana pengaruh massa karbon aktif, konsentrasi KMnO₄, suhu, dan pH terhadap proses deposisi MnO₂ pada permukaan karbon aktif sekam padi (*Oryza sativa*)?
- Bagaimana pengaruh deposisi MnO₂ terhadap nilai kapasitansi spesifik karbon aktif sekam padi (*Oryza sativa*)?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui nilai kapasitansi karbon aktif sekam padi (*Oryza sativa*) yang telah terdeposisi MnO₂.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

- Menentukan pengaruh massa karbon aktif, konsentrasi KMnO₄, suhu, dan pH terhadap proses deposisi MnO₂ pada permukaan karbon aktif sekam padi (*Oryza sativa*).
- Menentukan pengaruh deposisi MnO₂ terhadap nilai kapasitansi spesifik karbon aktif sekam padi (*Oryza sativa*).

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang:

- Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap pembuatan karbon aktif sekam padi sebagai bahan penyimpanan energi elektrokimia khususnya superkapasitor.
- Memberikan data karakteristik karbon aktif sekam padi sebagai bahan penyimpanan energi elektrokimia.
- 3. Salah satu cara deposisi senyawa elektroaktif pada permukaan karbon aktif untuk menghasilkan material elektroda pseudokapasitor.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penyimpanan Energi Elektrokimia

Penyimpanan energi elektrokimia merupakan penyimpanan energi yang didasarkan pada terjadinya proses-proses kimiawi dalam suatu sistem yang terdiri dari elektrolit dan elektroda sebagai media penyimpanan energi. Proses kimiawi tersebut dapat berupa terjadinya transfer elektron melalui reaksi redoks atau adsorpsi ion pada antarmuka elektoda dan elektrolit menghasilkan lapisan ganda listrik (*Electrical Double Layer*). Sistem penyimpanan energi elektrokimia terdiri dari baterai, sel bahan bakar, dan kapasitor elektrokimia (superkapasitor) (Winter dan Brodd, 2004).

Pada baterai dan sel bahan bakar, terjadi konversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi redoks yang terjadi pada elektroda yang terdiri dari anoda dan katoda. Sedangkan pada kapasitor, energi listrik disimpan melalui pembentukkan lapisan ganda listrik melalui adsorbsi ion pada antarmuka elektrolit dan elektroda. Akan tetapi ada jenis kapasitor elektrokimia yang di dalamnya juga terjadi reaksi redoks, kapasitor jenis ini dinamakan kapasitor redoks elektrokimia (*Redox Electrochemical Capasitor/Pseudocapasitor*) (Antonucci dan Antonucci, 2011; Winter dan Brodd, 2004).

2.2 Kapasitor Elektrokimia

Kapasitor Elektrokimia atau sering dikenal sebagai superkapasitor merupakan suatu teknologi yang telah dikenal selama 60 tahun. Biasa digunakan pada peralatan elektronik karena siklusnya yang hampir tak terbatas, kerapatan daya yang tinggi, dan kemampuan penyimpanan energi yang lebih besar dibandingkan dengan kapasitor konvensional. Selain itu, kapasitansi dan kerapatan energinya masih dapat dikembangkan lagi karena desain yang fleksibel (International Electrotechnical Commission, 2011).

Kapasitor elektrokimia (superkapasitor), menyimpan energi melalui adsorbsi ion pada antarmuka elektroda yang terbuat dari material dengan luas permukaan yang besar (misalnya karbon) dan larutan elektrolit membentuk suatu lapisan ganda listrik atau melalui reaksi redoks yang terjadi pada permukaan elektroda (pseudokapasitor). Hal ini menyebabkan kapasitor mampu menggantikan baterai karena dapat menyimpan energi listrik dalam jumlah yang lebih besar. Saat ini sedang dikembangkan kapasitor dengan kinerja yang lebih baik melalui mengembangan nanomaterial sebagai bahan pseudokapasitif seperti oksida logam, nitrida, polimer seperti halnya pada elektroda baterai litium dengan stuktur berukuran nano yang diharapkan mampu meningkatkan kerapatan energi pada kapasitor elektrokimia (Antonucci dan Antonucci, 2011; Miller dan Simon, 2008).



Gambar 1. Skema Kapasitor Elektrokimia (Frackowiak dan Beguin, 2001)

Pada kapasitor elektrokimia, muatan listrik dikumpulkan pada lapisan ganda (*double layer*) melalui gaya elektrostatik tanpa terjadinya perubahan fasa dari material elektroda. Penyimpanan energi listrik didasarkan pada pemisahan jenis muatan pada sebuah lapisan ganda listrik disepanjang antarmuka elektroda dan elektrolit. Kapasitor elektrokimia memiliki satu elektroda positif yang kekurangan elektron dan satu elektroda negatif yang mengandung elektron. Kedua elektroda terbuat dari bahan yang sama. Besarnya energi listrik (W) yang terakumulasi dalam kapasitor sebanding dengan kapasitansi (C) dan tegangan (V) sesuai persamaan berikut ini (Frackowiak dan Beguin, 2001):

$$W = \frac{1}{2} CV^2$$
(1)



Gambar 2. Mekanisme Pembentukkan Lapisan Ganda Listrik (*Electrical Double Layer*) (Manocha, 2003)

2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon dengan struktur amorf, yang dapat diperoleh dari material-material yang mengandung karbon atau dari arang yang diberi perlakuan khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Karbon aktif memiliki luas permukaan berkisar antara 300-2000 m²/g. Karbon aktif dapat mengadsorpsi senyawa-senyawa kimia tertentu tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaannya (Jamilatun dan Setiawan, 2014; Ramdja dkk., 2008).



Gambar 3. Struktur Karbon Amorf (Tanaka dkk., 1997)

Karbon aktif biasanya diperoleh dari bahan baku yang mengandung senyawa organik kaya karbon menggunakan perlakuan termal dalam kondisi atmosfer inert dan selanjutnya secara selektif dioksidasi menjadi gas CO₂ dan uap air atau dengan penambahan senyawa kimia tertentu untuk meningkatkan volume pori dan luas permukaan. bahan baku yang digunakan dapat diperoleh dari alam seperti tempurung kelapa, kayu, resin atau material sintetik seperti polimer. Setelah proses aktivasi, struktur pori akan terbentuk di dalam partikel karbon. Karbon aktif memiliki beberapa ukuran dan jenis pori yaitu mikropori (<2 nm), mesopori (2-50 nm), makropori (>50 nm). Ukuran pori rata-rata akan meningkat seiring meningkatnya waktu aktivasi dan temperatur (Antonucci dan Antonucci, 2011).



Gambar 4. Struktur Pori Karbon Aktif Granular (a) dan Fibrous (b) (Manocha, 2003)

Karbon aktif biasanya dikarakterisasi berdasarkan besarnya kapasitas adsorpsinya. Kapasitas adsorpsi bergantung pada ukuran atau jenis pori dan luas permukaan total untuk berlangsungnya proses adsorpsi tersebut. Nilai kapasitas adsorpsi karbon aktif berkisar antara 0,6-0,8 cm³/g yang kebanyakan terjadi pada

bagian pori karbon aktif terkecil (mikropori). Adsorpsi merupakan proses dinamis dimana terjadi proses transfer molekul adsorbat dari fasa cair (pelarut) menuju permukaan fasa padat (adsorben) tanpa penetrasi. Hal ini terjadi karena adanya ketidakseimbangan gaya pada permukaan molekul adsorben sehingga mudah sekali menarik molekul lain disekitarnya, hingga tercapai keseimbangan gaya (Ramdja dkk, 2008; Manocha, 2003).



Gambar 5. Proses Adsorpsi Adsorbat pada Permukaan Karbon Aktif (Manocha, 2003)

Secara umum, pembuatan karbon aktif terdiri dari 3 tahap yaitu proses dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi (Ramdja dkk., 2008).

1. Dehidrasi

Dehidrasi adalah proses penghilangan air pada bahan baku karbon aktif melalui pemanasan hingga temperatur 110 °C.

2. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan proses pembakaran bahan baku menggunakan udara terbatas pada suhu antara 300 °C-900 °C sesuai dengan tingkat kekerasan bahan baku yang digunakan. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar, dan hidrokarbon. Proses karbonisasi ini menghasilkan karbon dalam bentuk arang dengan permukaan spesifik yang sempit.

3. Aktivasi

Proses aktivasi material karbon dibagi menjadi 2 yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia.

a. Aktivasi Fisika

Pada proses aktifasi fisika, biasanya karbon dipanaskan di dalam tanur pada temperatur 800-900 °C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktifasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhimya diaktifasi dengan uap.

b. Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia, karbon hasil karbonisasi diaktivasi menggunakan bahan-bahan kimia atau reagen pengaktif. Bahan kimia yang digunakan dapat berupa asam, basa, atau garam misalnya CaCl₂, Ca(OH)₂, NaCl, MgCl₂, HNO₃, HCl, Ca₃(PO₄)₂, H₃PO₄, ZnCl₂, dan sebagainya. Zat-zat ini mengaktivasi karbon dengan cara masuk diantara plat heksagon dari kristalit dan memisahkan permukaan yang mula-mula tertutup. Dengan demikian, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan kemampuan adsorpsi karbon aktif.

2.4 Sekam Padi (Oryza sativa) sebagai Sumber Karbon Aktif

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan yang dijadikan sebagai makanan pokok yang umumnya dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Hampir separuh penduduk dunia, terutama di Asia menggantungkan hidupnya pada tanaman padi. Begitu pentingnya arti padi sehingga kegagalan panen dapat mengakibatkan gejolak sosial (Supartha dkk., 2012).

11

Sekitar 20% dari tanaman padi merupakan sekam padi. Sekam padi adalah bagian terluar dari butir padi yang merupakan hasil samping dari proses penggilingan padi (Ummah dkk., 2010). Sekam padi ini mengandung berbagai jenis senyawa karbohidrat seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin serta mineral-mineral dalam bentuk oksida dan air. Adapun kadar untuk masing-masing senyawa tersebut dalam sekam padi ditunjukkan oleh tabel berikut (Kumar dkk., 2010):

Senyawa	Kadar (%)
Selulosa	31,12
Hemiselulosa	22,48
Lignin	22,34
Abu Mineral	13,87
Air	7,86
Extractives	2,33
Analisis kimia	abu mineral
SiO ₂	93,19
K ₂ O	3,84
MgO	0,87
Al_2O_3	0,78
CaO	0,74
Fe ₂ O ₃	0,58

Tabel 1. Komposisi senyawa yang terkandung di dalam sekam padi

Berdasarkan data dari tabel di atas, kandungan senyawa lignoselulosa (lignin, selulosa, dan hemiselulosa) dari sekam padi cukup besar. Sehingga, sekam padi berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif (Mahvi dkk., 2004). Karbon yang bersumber dari sekam padi memiliki karakteristik antara lain memiliki ukuran partikel sekitar 40-200 mesh, densitas sebesar 1,48 g/mL dengan luas permukaan kira-kira 320,9 m²/g (Kumar dkk., 2010).



Gambar 6. Sekam Padi (Andhika, 2015)

Menurut Tjitrosoepomo (2011), klasifikasi tanaman padi adalah sebagai

berikut:

Regum	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Classis	: Monocotiledoneae
Ordo	: Poales
Family	: Poaceae
Genus	: Oryza
Spesies	: Oryza sativa

Luas permukaan merupakan indikator penentu kualitas karbon aktif. Semakin besar luas permukaan karbon maka semakin bagus pula kemampuan adsorpsinya. Berdasarkan hasil penelitian Zakir (2013), luas permukaan karbon dapat dipengaruhi oleh suhu karbonisasi dan aktivasi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa karbon sekam padi yang dikarbonisasi pada suhu 400 °C luas permukaannya lebih besar dibanding karbon yang dikarbonisasi pada suhu 300 °C. Begitupun untuk karbon sekam padi yang diaktivasi dengan ZnCl₂ juga memiliki luas permukaan yang lebih besar daripada karbon tanpa proses aktivasi. Hal ini dapat dilihat secara langsung melalui hasil uji SEM yang ditunjukkan pada gambar berikut ini:



Gambar 7. Penampang permukaan karbon sekam padi hasil uji SEM yang dikarbonisasi pada suhu 400 °C (a,b) dan 300 °C (c,d) dengan dan tanpa aktivasi ZnCl₂ (Zakir, 2013)

2.6 Mangan Dioksida (MnO₂) sebagai Senyawa Pseudokapasitif

Superkapasitor atau ultrakapasitor memiliki dua macam sistem penyimpanan energi yaitu berdasarkan atraksi elektrostatik seperti pada kapasitor EDLC (*Electrohemical Double Layer Capasitor*) dan sistem reaksi faraday (reaksi redoks) seperti yang terjadi pada akumulator. Sifat pseudokapasitansi muncul ketika terjadi perubahan secara termodinamik, muatan q yang diterima oleh elektroda secara berkelanjutan dapat mengubah fungsi dari potensial V. sehingga persamaan turunan C = dq/dV merujuk pada nilai kapasitansi yang muncul dari reaksi faraday tersebut. Kata "pseudo" bersumber dari kenyataan bahwa kapasitansi *double layer* muncul bukan hanya dari proses elektrostatik tetapi juga bersumber dari muatan yang dihasilkan oleh reaksi faraday (redoks). Efek spesies elektroaktif) sangat bergantung pada kemampuan dari material karbon penyusun elektroda dalam meyerap ion pada permukaannya (Frackowiak dan Beguin, 2001).

Pada pseudokapasitor (redoks superkapasitor), terjadi reaksi redoks yang sangat cepat pada permukaan elektroda saat proses pengisian berlangsung. Oksida logam transisi dan polimer konduktif elektron merupakan contoh material yang memiliki sifat pseudokapasitif. Ketika proses pengisian pseudokapasitor berlangsung, terjadi reduksi partikel pada permukaan elektroda sehingga senyawa elektroaktif bertambah. Sebagai contoh, MnO₂ dan RuO₂ yang disisipkan pada permukaan elektroda superkapasitor (misalnya karbon aktif, karbon nanotube, kolektor logam) menunjukkan nilai kapasitansi spesifik yang lebih tinggi dari 1300 Fg⁻¹. Telah diketahui bahwa sintesis elektroda yang terbuat dari material dengan luas permukaan yang tinggi dan mengandung material pseudikapasitif dapat meningkatkan kerapatan energi kapasitor (Antonucci dan Antonucci, 2011).



Gambar 8. Mekanisme deposisi senyawa elektroaktif pada permukaan elektroda kapasitor yang terbuat dari karbon aktif (a,b) dan karbon nanotube (c,d) (Antonucci dan Antonucci, 2011)

Senyawa elektroaktif yang sampai saat ini memiliki kemampuan pseudokapasitif yang paling baik adalah rutenium oksida (RuO₂). Kapasitansi yang dihasilkan dapat mencapai 720 Fg⁻¹ hingga 900 Fg⁻¹. Akan tetapi aplikasinya terbatas pada keberadaannya yang sangat langka, harganya yang mahal, dan penggunaannya terbatas pada alat elektronik dengan tegangan rendah. Sehingga Saat ini tengah dikembangkan senyawa elektroaktif lain yang mudah diperoleh dan harganya murah (misalnya oksida besi, vanadium, nikel, kobal, dan mangan). Oksida mangan merupakan salah satu senyawa elektroaktif yang sedang diteliti sifat pseudokapasitifnya (Augustyn dkk., 2014; Antonucci dan Antonucci, 2011; Frackowiak dan Beguin, 2001).

Secara umum, penyimpanan muatan MnO₂ sebagai material pseudokapasitif dalam larutan elektrolit yaitu didasarkan pada terjadinya reaksi redoks yang menyebabkan perubahan bilangan oksidasi Mn dari +4 menjadi +3. Adapun mekanisme akumulasi muatan berdasarkan proses adsorpsi kation elektrolit (K⁺, Na⁺, H⁺, dan sebagainya) yang terjadi pada permukaan elektroda berdasarkan persamaan reaksi dibawah ini (Augustyn dkk., 2014):

$$MnO_2 + xA^+ + xe^- \rightarrow A_xMnO_2$$
 (2)

 MnO_2 jumlahnya melimpah dan harganya murah dibanding RuO_2 meskipun tidak memiliki daya konduktivitas elektronik yang tinggi dibanding RuO_2 (104 S cm⁻¹ untuk kristal tunggal). Hal ini bergantung pada struktur kristal, konduktivitas MnO_2 berkisar antara 10⁻⁷ sampai 10⁻³ S cm⁻¹. Akibatnya, proses penyimpanan muatan pada MnO_2 hanya terjadi dalam suatu lapisan tipis pada permukaan. Hal ini berarti bahwa nilai kapasitansinya akan lebih rendah secara signifikan dari nilai teoritis (Secara teori, 1 elektron yang dihasilkan dari reaksi redoks (x = 1) setara dengan nilai kapasitansi sebesar 1233 Fg⁻¹ (1110 Cg⁻¹) diasumsikan tegangan jendela sebesar 0.9 V) untuk elektroda berupa komposit yang tebal, dimana nilai kapasitansi spesifiknya hanya berkisar antara 200 hingga 250 F g⁻¹ yang diperoleh ketika diukur dengan metode elektrokimia seperti siklik voltametri atau galvanostatik. Dilain pihak, jika elektroda terbuat dalam bentuk film MnO₂ yang sangat tipis (*ultrathin film* MnO₂) kemungkinan besar akan menghasilkan nilai kapasitansi spesifik mencapai >1000 F g⁻¹. Pengubahan material menjadi nanostruktur merupakan cara yang paling efektif dalam mengakses seluruh sisi kristal penyimpanan MnO₂ (Augustyn dkk., 2014).

Mangan dioksida dapat dibuat dengan cara mereduksi ion permanganat (MnO₄⁻) dalam suasana basa atau netral. Cara ini merupakan cara yang sederhana dan membutuhkan biaya yang relatif murah. Selama prosedur tersebut, pH larutan memegang peranan utama dalam pembentukkan produk akhir. Pada pH tinggi, produk utama yang terbentuk adalah MnO₂ sedangkan pada pH rendah produk utamanya adalah Mn²⁺. Adapun reaksinya pembentukkan kedua spesies ini dapat dilihat melalui persamaan reaksi berikut (Meng dkk., 2013; Cotton and Wilkinson, 1980):

$$MnO_4 + 2H_2O + 3e \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$$
(3)

$$MnO_4^- + 8H^+ + 5e \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$$
 (4)

Zhang dkk (2012) melaporkan bahwa nanokomposit karbon aktif dan MnO₂ dapat dibuat dengan cara mereduksi langsung larutan KMnO₄ menggunakan karbon aktif itu sendiri sebagai reduktornya dalam suasana netral. Adapun reaksinya dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut:

$$4KMnO_4 + 3C + H_2O \rightarrow 4MnO_2 + K_2CO_3 + 2KHCO_3$$
(5)



Gambar 9. Penampang permukaan karbon sebelum (a,b) dan sesudah deposisi MnO₂ (c,d) (Zhang dkk., 2012)

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sekam padi, KMnO₄ (Merck), HCl 6 N, NaOH 6 N, larutan metilen biru 300 ppm, akuades, larutan H₂SO₄ 0,1 M, HCl teknis, larutan ZnCl₂ 10% b/v, kawat tembaga, kawat platina, elektroda Ag/AgCl, elektroda Pt, parafin, parafilm, kertas saring Whatman nomor 42, aluminium foil, dan kertas pH universal.

3.2 Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanur (*Muffle Furnace* tipe 6000), cawan porselin, pengaduk magnetik (Fisher tipe 115), ayakan ukuran 100 mesh, desikator, penangas air (hot plate), corong Buchner, alat gelas laboratorium, termometer, lumpang, neraca analitik (Shimadzu AW220), XRD (Shimadzu XRD-7000), XRF (ThermoFisherXRF), labu semprot plastik, pompa vakum (Vacuubrand tipe ME4C), oven (tipe SPNISOSFD), pengaduk magnetik (CERAMAG Midi), *Cyclic Voltammetry* (Aplikasi eDAQ ED410-159), dan Spektrometer UV-Vis 20 D⁺ Shimadzu.

3.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Desember 2016 – April 2017 di Laboratorium Kimia Fisika, Laboratorium Kimia Analitik, dan Laboratorium Kimia Terpadu Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.
3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Preparasi Sampel

Sebelum dikarbonisasi, Sekam padi terlebih dahulu dicuci dengan air hingga bersih, lalu direndam dengan HCl teknis selama 1 jam, kemudian dicuci dengan akuades berulang-ulang sampai pH netral. Setelah itu, sekam padi tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 110 °C selama 1 jam (Karyasa, 2014).

3.4.2 Karbonisasi

Sekam padi yang telah kering dan bebas dari kotoran kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen lalu dikarbonisasi dalam tanur pada suhu 350 °C selama 1 jam. Setelah itu, karbon sekam padi yang dihasilkan didinginkan dalam desikator, digerus, dan diayak menggunakan pengayak berukuran 100 mesh sehingga diperoleh karbon sekam padi yang ukuran partikelnya lebih kecil.

3.4.3 Aktivasi

Karbon yang diperoleh dari proses karbonisasi kemudian diaktivasi menggunakan ZnCl₂ 10%. Karbon ditambahkan larutan ZnCl₂ 10% lalu dihomogenkan. Wadah yang berisi campuran kemudian ditutup rapat menggunakan aluminium foil dan didiamkan selama 24 jam. Karbon yang dihasilkan dicuci dengan akuades hingga pH netral. Kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 110 °C lalu dibakar di dalam tanur pada suhu 350 °C selama 1 jam (Labanni' dkk., 2015; Danarto dan Samun, 2008).

3.4.4 Penentuan Luas Permukaan

Penentuan luas permukaan karbon aktif dihitung menggunakan metode Metilen Biru yaitu berdasarkan kemampuan karbon aktif mengadsorbsi metilen biru pada permukaannya. Sebanyak 0,3 gram karbon aktif dimasukkan ke dalam 50 mL larutan metilen biru 300 ppm kemudian distirer selama 30 menit. Setelah itu, campuran disaring kemudian filtratnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum. Data absorbansi yang diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung konsentrasi adsorbat yang tidak teradsorbsi oleh karbon aktif. Adapun larutan standar yang digunakan yaitu larutan metilen biru dengan konsentrasi 0,5; 1; 2; 4; 8; dan 16 ppm (Labanni' dkk., 2015).

Persamaan garis yang diperoleh dari kurva kalibrasi standar metilen biru digunakan untuk menghitung konsentrasi metilen biru setelah adsorpsi. Luas permukaan dari karbon dihitung menggunakan persamaan berikut (Andhika, 2015):

$$X_{\rm m} = \frac{(C_{\rm o} - C_{\rm e})}{g} \tag{7}$$

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M_r}$$
(8)

Dimana, X_m adalah berat adsorbat teradsorpsi (mg/g), Co dan Ce masing-masing adalah konsentrasi awal dan konsentrasi akhir (ppm), V adalah volume metilen biru (L), g adalah massa karbon (g), N adalah bilangan Avogadro (6,02 x 10^{23} mol⁻¹), Mr adalah berat molekul metilen biru (320,5 g/mol), a adalah luas permukaan oleh 1 molekul metilen biru (197 x 10^{-20} m²) dan S adalah luas permukaan adsorben (m²/g).

3.4.5 Deposisi redoks nanopartikel MnO₂ pada permukaan KASP

Proses deposisi MnO₂ pada permukaan KASP didasarkan pada reaksi redoks yang terjadi antara karbon aktif sekam padi dengan larutan KMnO₄. Untuk memaksimalkan proses deposisi, maka perlu diketahui beberapa faktor yang mempengaruhi reaksi tersebut diantaranya pengaruh massa karbon aktif, konsentrasi KMnO₄, pH, dan suhu.

3.4.5.1 Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap Deposisi MnO₂

Sebanyak 0,4; 0,6; dan 0,8 gram karbon aktif sekam padi masing-masing dimasukkan ke dalam 100 mL KMnO₄ 0,05 M kemudian diaduk dengan magnetik stirrer sambil dipanaskan pada suhu 95 °C hingga warna ungu dari larutan KMnO₄ hilang. Campuran kemudian disaring, karbon yang diperoleh selanjutnya dicuci beberapa kali dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 12 jam, lalu dikarakterisasi dengan XRD dan XRF (Zhang dkk., 2012). Sedangkan filtrat dari hasil penyaringan pertama dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-700 nm untuk mengetahui jenis spesis yang masih terdapat dalam larutan.

3.4.5.2 Pengaruh Konsentrasi KMnO₄ terhadap Deposisi MnO₂

Sebanyak 0,6 gram karbon aktif sekam padi dimasukkan ke dalam gelas kimia yang masing-masing berisi 100 mL KMnO₄ 0,025 M; 0,05 M; dan 0,1 M kemudian diaduk dengan magnetik stirrer sambil dipanaskan pada suhu 95 °C hingga warna ungu dari larutan KMnO₄ hilang. Campuran kemudian disaring, karbon yang diperoleh selanjutnya dicuci beberapa kali dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 12 jam, lalu dikarakterisasi dengan XRD dan XRF. Sedangkan filtrat dari hasil penyaringan pertama dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-700 nm untuk mengetahui jenis spesis yang masih terdapat dalam larutan.

3.4.5.3 Pengaruh Suhu terhadap Deposisi MnO₂

Sebanyak 0,6 gram karbon aktif sekam padi dimasukkan ke dalam tiga gelas kimia yang masing-masing berisi 100 mL KMnO₄ 0,05 M kemudian diaduk dengan magnetik stirrer sambil dipanaskan pada suhu berturut-turut 65 °C; 80 °C; dan 95 °C hingga warna ungu dari larutan KMnO₄ hilang. Campuran kemudian disaring, karbon yang diperoleh selanjutnya dicuci beberapa kali dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 12 jam, lalu dikarakterisasi dengan XRD dan XRF. Sedangkan filtrat dari hasil penyaringan pertama dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-700 nm untuk mengetahui jenis spesis yang masih terdapat dalam larutan.

3.4.5.4 Pengaruh pH terhadap Deposisi MnO₂

Sebanyak 0,6 gram karbon aktif sekam padi dimasukkan ke dalam dua gelas kimia yang berbeda. Gelas kimia pertama ditambahkan 20 mL NaOH 6 N sedangkan gelas kimia kedua ditambahkan 20 mL HCl 6 N. kemudian, masing-masing gelas kimia ditambahkan 100 mL KMnO₄ 0,05 M. Setelah itu, campuran diaduk dengan magnetik stirrer sambil dipanaskan pada suhu 95 °C hingga hingga warna ungu dari larutan KMnO₄ hilang. Campuran kemudian disaring, karbon yang diperoleh selanjutnya dicuci beberapa kali dengan akuades dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 12 jam, lalu dikarakterisasi dengan XRD dan XRF. Sedangkan filtrat dari hasil penyaringan pertama dianalisis dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-700 nm untuk mengetahui jenis spesis yang masih terdapat dalam larutan.

3.4.6 Pembuatan Elektroda

Badan elektroda dibuat dengan cara menyambungkan kawat tembaga dan kawat platina menggunakan solder uap. Kemudian dimasukkan kedalam pipet yang selanjutnya direkatkan dengan parafilm. Karbon aktif sekam padi sebelum dan setelah deposisi MnO₂ dicampur dengan lilin paraffin dengan perbandingan 1:1 diaduk sampai homogen menggunakan spatula dalam cawan petri. Pasta karbon yang telah jadi dimasukkan ke dalam badan elektroda dengan cara ditekan menggunakan spatula agar memadat dan merata (Vytras dkk., 2009; Wachid dan Setiarso, 2014).

3.4.7 Pengukuran Nilai Kapasitansi Spesifik

Elektroda yang telah dibuat, diukur nilai kapasitansi spesifiknya dengan metode siklik voltametri menggunakan alat potensiostats EA161. Adapun tipe sel yang digunakan yaitu sistem tiga elektroda yang terdiri dari elektroda Ag/AgCl (elektroda pembanding), elektroda Pt (elektroda bantu) dan elektroda pasta karbon (elektroda kerja) dengan larutan H₂SO₄ 0,1 M sebagai elektrolit. Pengukuran dilakukan dengan *scan rate* sebesar 100 mV/s sehingga diperoleh voltamogram antara tegangan dan arus. Kemudian nilai kapasitansi spesifik dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Ramli, 2015):

$$Cs = \frac{Ic - Id}{v \times m}$$
(9)

Dimana,

Cs = Nilai kapasitansi spesifik (F/g)

Ic = Arus charge (A)

- Id = Arus *discharge* (A)
- v = Scanrate (V/s)
- m = Massa elektroda karbon aktif (g)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pembuatan Karbon Sekam Padi

Pembuatan karbon dimulai dengan tahapan pengumpulan sampel sekam padi, penyiapan bahan dan karbonisasi. Sekam padi diambil dari Desa Gattareng, Kecamatan Marioriwawo, Kabupaten Soppeng.

Penyiapan bahan baku pembuatan karbon meliputi pencucian dan pengeringan. Pencucian dengan air berulang-ulang untuk menghilangkan kotoran berupa debu dan pasir yang menempel pada sekam serta pencucian dengan HCl teknis bertujuan untuk menurunkan kadar pengotor berupa oksida-oksida logam khususnya oksida mangan yang kemungkinan terdapat dalam sekam padi. Pengeringan dibawah sinar matahari dan dalam oven pada suhu 110 °C selama 1 jam bertujuan untuk menghilangkan air yang terdapat pada sekam padi (Andaka, 2008; Mujiyanti dkk., 2010).

Karbonisasi atau pengarangan adalah proses pembakaran bahan baku pada suhu tertentu sekitar 300-900 °C yang menyebabkan terjadinya dekomposisi senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar dan hidrokarbon. Pelepasan unsur-unsur volatil ini menyebabkan struktur pori-pori terbuka (Ramdja dkk., 2008; Surest dkk., 2008).

Proses karbonisasi sekam padi pada penelitian ini dilakukan dalam tanur pada suhu 350 °C selama 1 jam. Suhu ini merupakan suhu yang optimum untuk karbonisasi sekam padi karena suhu di bawah 350 °C proses karbonisasi belum sempurna, sedangkan suhu di atas 350 °C sudah mulai terjadi pengabuan. Karbon yang dihasilkan selanjutnya digerus dan diayak dengan ayakan ukuran 100 mesh untuk menghasilkan karbon dengan ukuran partikel yang lebih kecil sehingga luas permukaan karbon yang diperoleh menjadi lebih besar.

4.2 Aktivasi

Aktivasi bertujuan untuk mengaktifkan karbon dengan mengangkat residu-residu yang menutupi permukaan pori sehingga dihasilkan karbon dengan luas permukaan yang lebih besar (Aisah, 2010). Unsur-unsur mineral aktivator masuk diantara sela-sela lapisan karbon heksagonal dan memisahkan permukaan yang mula-mula tertutup. Dengan demikian, saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang terdapat dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan karbon aktif bertambah besar (Koleangan dan Wuntu, 2008; Ramdja dkk., 2008).

Proses aktivasi terdiri dari dua jenis yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia. Pada penelitian ini digunakan ZnCl₂ 10 % sebagai aktivator pada proses aktivasi kimia sedangkan aktivasi fisika dilakukan melalui proses pemanasan dalam tanur pada suhu 350 °C.

Aktivasi karbon sekam padi dilakukan dengan mencampurkan 5 gram karbon dengan 25 mL larutan ZnCl₂ 10 % (perbandingan 1 : 5) kemudian direndam selama 24 jam. Perendaman dilakukan untuk memaksimalkan kontak antara karbon dengan aktivator sehingga residu-residu yang menutupi pori karbon akan terangkat sehingga pori-pori pada karbon akan terbuka. Semakin banyak pori yang terbentuk, maka akan semakin banyak ruang yang tersedia untuk penyimpanan muatan listrik berupa ion-ion elektrolit di dalam karbon aktif (Rosi dkk., 2013). Setelah direndam, karbon kemudian di bakar di dalam tanur pada suhu 350 °C selama 1 jam. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang kemungkinan masih menempel pada permukaan karbon melalui proses pemanasan.

4.3 Penentuan Luas Permukaan

Penentuan luas permukaan karbon diukur berdasarkan kemampuan karbon dalam mengadsorpsi metilen biru. Banyaknya metilen biru yang teradsorpsi berbanding lurus dengan luas permukaan adsorben sesuai rumus pada Persamaan (8). Penentuan panjang gelombang maksimum dilakukan dengan menggunakan larutan metilen biru 4 ppm yang diukur absorbansinya pada rentangan panjang gelombang 400-700 nm. Panjang gelombang maksimum yang diperoleh adalah 660 nm. Deret standar metilen biru dibuat berdasarkan absorbansi dari berbagai konsentrasi larutan standar metilen biru yaitu 0,5; 1, 2, 4, 8 dan 16 ppm pada panjang gelombang maksimum. Nilai absorbansi deret standar larutan metilen biru dapat dilihat pada Tabel 2.

Konsentrasi Metilen Biru (ppm)	Absorbansi
0.5	0,132
1	0,238
2	0,432
4	0,809
8	1,360
16	1,560

Tabel 2. Nilai absorbansi deret standar metilen biru pada λ_{maks} 660 nm

Tabel 2 menunjukkan bahwa absorbansi meningkat seiring meningkatnya konsentrasi metilen biru. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer bahwa jumlah sinar yang diserap berbanding lurus dengan konsentrasi zat. Dari data absorbansi deret standar, kemudian dibuat kurva kalibrasi seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Kurva kalibrasi deret standar metilen biru

Nilai persamaan garis yang diperoleh pada kurva kalibrasi deret standar metilen biru digunakan untuk menghitung konsentrasi metilen biru setelah adsorpsi. Luas permukaan karbon dihitung menggunakan Persamaan (7) dan (8) sehingga diperoleh nilai luas permukaan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3. Luas permukaan karbon sebelum dan sesudah aktivasi mengalami peningkatan yang cukup besar yaitu sekitar 56 m²/g.

	1
Sampel	Luas Permukaan (m²/g)
Karbon sekam padi	45,1225
Karbon aktif sekam padi	101,0895

Tabel 3. Data luas permukaan karbon

4.4 Deposisi MnO2 pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi

Peningkatan kapasitansi spesifik dalam penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan efek pseudokapasitif spesies elektroaktif MnO₂ pada permukaan karbon aktif. Proses deposisi MnO₂ didasarkan pada reaksi yang terjadi antara karbon dengan KMnO₄ sesuai Persamaan reaksi (5). Pada reaksi ini terjadi reduksi KMnO₄ oleh karbon menjadi MnO₂ (Zhang, 2012). MnO₂ yang dihasilkan sebagian akan terdeposisi pada permukaan karbon aktif yang ditandai dengan perubahan warna karbon dari hitam menjadi hitam kecoklatan (Zhang, 2012) dan sebagian terdispersi ke dalam larutan membentuk sistem koloid yang ditandai dengan perubahan warna larutan dari ungu (warna KMnO₄) menjadi kuning hingga kuning kecoklatan (Moon dkk., 2014; Jaganyi dkk., 2013; Chacon-Patino dkk., 2013).

Pada penelitian ini dilakukan karakterisasi baik pada karbon aktif maupun pada filtrat sebelum dan sesudah deposisi tersebut. Karakterisasi pada karbon aktif dilakukan menggunakan XRD untuk mengetahui keberadaan MnO₂ pada permukaan karbon aktif serta ukuran partikelnya. Karakterisasi dengan XRF dilakukan untuk mengetahui secara langsung komposisi senyawa yang terkandung di dalam karbon aktif sebelum dan sesudah proses deposisi khususnya persentase senyawa oksida mangan dalam sampel. Filtrat dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 200-700 nm untuk mengetahui keberadaan MnO₂ yang kemungkinan besar terdispersi dalam larutan.

Proses deposisi MnO_2 pada permukaan karbon aktif dipengaruhi oleh beberapa faktor. Sehingga, deposisi MnO_2 dalam penelitian ini dilakukan dalam berbagai variasi diantaranya massa karbon aktif, konsentrasi $KMnO_4$ yang digunakan, suhu dan pH untuk memaksimalkan nilai kapasitansi yang diperoleh.

4.4.1 Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap Deposisi MnO₂

Proses deposisi MnO₂ menggunakan massa karbon yang berbeda untuk mereduksi larutan KMnO₄ dengan konsentrasi yang sama memberikan pengaruh yang besar terhadap jumlah MnO_2 yang terdeposisi pada permukaan karbon aktif (Zhang dkk., 2012). Variasi massa KASP yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,4 g, 0,6 g, dan 0,8 g.

Hasil karakterisasi XRD menunjukkan pola difraksi yang sangat berbeda antara karbon aktif sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ (Gambar 11). Difraktogram untuk sampel karbon sebelum deposisi MnO₂ menunjukkan adanya satu puncak lebar pada 20 yang dimulai dari 13,85° dan optimum pada 20,81° kemudian berakhir pada 29,88° yang merupakan karakteristik dari struktur amorf karbon aktif sekam padi yang bersesuaian dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nashrullah dan Darminto (2013). Sedangkan sampel karbon setelah deposisi MnO₂ khususnya karbon dengan massa 0,6 g dan 0,8 g terbentuk 2 puncak baru pada 2 θ sekitar 37° dan 65° yang mengindikasikan adanya MnO₂ bersesuaian dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Viscarini dkk (2014). Untuk sampel karbon 0,6 g menunjukkan adanya puncak pada 20 36,76° dan 64,90° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 14,0101 nm yang dihitung menggunakan persamaan Debye Schereer. Untuk sampel karbon 0,8 g menunjukkan adanya puncak pada 20 36,98° dan 65,5° dengan ukuran partikel MnO2 sekitar 23,1076 nm. Perbedaan ukuran partikel dapat disebabkan karena distribusi MnO₂ pada permukaan karbon yang tidak merata dan terjadinya aglomerasi (penumpukan) MnO₂ sehingga ukurannya menjadi lebih besar. Khusus sampel karbon dengan massa 0,4 g tidak menghasilkan puncak baru, tetapi hanya terjadi penurunan puncak amorf karbon yang telah ada sebelumnya. Hal ini mengindikasikan bahwa tidak ada MnO₂ yang terdeposisi pada permukaan karbon aktif dan penurunan intensitas puncak disebabkan oleh penambahan senyawa oksida lain pada KASP seperti ZnO dan K₂O sehingga komposisinya berubah. Hal ini didukung oleh data hasil karakterisasi dengan XRF (Tabel 4). Ketidakmampuan karbon dalam mengadsorpsi MnO_2 dapat disebabkan oleh karbon yang tersedia hanya sedikit sehingga pori-pori yang tersedia untuk menjerap MnO_2 juga sangat kecil.



Gambar 11. Difraktogram KASP (a), KASP 0,4 g/MnO₂ (b), KASP 0,6 g/MnO₂ (c), dan KASP 0,8 g/MnO₂ (d)

Hasil karakterisasi XRF sebelum dan sesudah deposisi menunjukkan adanya perbedaan komposisi senyawa oksida khususnya SiO₂ yang merupakan senyawa oksida utama yang terkandung di dalam KASP dan mangan oksida yang merupakan senyawa yang akan dideposisi pada permukaan karbon. Sebelum deposisi kadar SiO₂ mencapai 92,5 % sedangkan mangan oksida belum terdapat dalam sampel KASP. Setelah deposisi, terjadi penurunan kadar yang sangat signifikan pada SiO₂ dan MnO mulai muncul dengan kadar yang cukup tinggi kecuali pada karbon dengan massa 0,4 g. Penurunan kadar SiO₂ disebabkan karena masuknya oksida mangan yang mengakibatkan perubahan komposisi senyawa oksida pada karbon aktif sekam padi sehingga persentasenya juga berubah. Untuk sampel dengan massa 0,6 g dan 0,8 g kadar MnO yang diperoleh berturut-turut sebesar 75,69 % dan 58,39 %. Perbedaan kadar yang diperoleh bergantung pada kemampuan karbon dalam mengadsorpsi MnO_2 yang terbentuk dari reaksi reduksi $KMnO_4$ oleh karbon aktif.

Sonvowo	Kadar (%)			
Sellyawa	KASP	KASP 0,4 g/MnO ₂	KASP 0,6 g/MnO ₂	KASP 0,8 g/MnO ₂
SiO ₂	92,50	41,42	10,93	16,74
MnO	-	-	75,69	58,39
ZnO	4,05	7,38	1,39	1,63
K ₂ O	0,720	27,19	11,09	9,02
P_2O_5	1,33	9,53	-	-
Fe ₂ O ₃	0,619	2,89	-	-
CaO	0,534	11,45	-	-
Nb ₂ O ₃	0,0131	0,038	0,0128	0,0123
In_2O_3	0,0056	0,0262	0,0054	-
TiO ₂	-	-	0,81	0,734
Co_3O_4	-	-	0,060	0,059

Tabel 4. Komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ dengan variasi massa KASP 0,4 g; 0,6 g; dan 0,8 g

Hasil karakterisasi UV-Vis menunjukkan spektrum yang juga sangat jauh berbeda antara filtrat sebelum dan sesudah deposisi (Gambar 12). Sebelum deposisi, Filtrat masih berupa larutan KMnO₄ yang belum tereduksi membentuk MnO₂ dengan kararteristik spektrum terdapat puncak serapan pada panjang gelombang 545,5 nm, 525,5 nm, 507,5 nm, 317 nm, dan 310 nm yang bersesuaian dengan hasil penelitian Jaganyi dkk (2013). Hal ini disebabkan karena larutan KMnO₄ berwarna ungu gelap/violet yang menyerap warna komplementernya yaitu hijau-kuning dengan panjang gelombang antara 500-550. Tingkat oksidasi Mn pada MnO₄⁻ adalah +7 yang memiliki konfigurasi d^o, sehingga warna yang terjadi pada KMnO₄ bukan berasal dari transisi elektronik d→d tetapi berasal dari berpindahan muatan dari ligan ke atom pusat Mn (LMCT) (Hamada dkk., 2016). Sedangkan setelah deposisi, baik sampel dengan massa 0,4 g, 0,6 g, maupun 0,8 g terjadi perubahan warna larutan menjadi kuning hingga kuning kecoklatan yang menunjukkan bahwa MnO₂ yang dihasilkan sebagian terdispersi ke dalam larutan membentuk sistem koloid. Spektrum UV-Vis untuk ketiga sampel menunjukkan pola yang sama yaitu mulai memberikan serapan pada panjang gelombang *visible* (500 nm – 600 nm) dan optimum pada daerah UV (205 nm – 215 nm). Semakin besar absorbasi maka semakin banyak MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan. Pada penelitian ini absorbansi tertinggi terdapat pada sampel karbon dengan massa 0,8 g, hal ini disebabkan karena semakin sedikit MnO₂ yang terdeposisi maka semakin banyak MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan. Namun, hal ini tidak berlaku pada sampel karbon 0,4 g, sebab sebagian besar MnO₂ yang dihasilkan menempel pada dinding gelas kimia sehingga MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan semakin sedikit.



Gambar 12. Spektrum UV-Vis larutan KMnO₄ dan filtrat hasil reduksi larutan KMnO₄ oleh KASP dengan massa 0,4 g; 0,6 g; 0,8 g

Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh berdasarkan pengukuran dengan metode *cyclic voltammetry* mengalami peningkatan drastis setelah karbon aktif dideposisi dengan MnO_2 . Peningkatan nilai kapasitansi disebabkan karena MnO_2 bersifat pseudokapasitif. Penyimpanan muatan MnO_2 sebagai material pseudokapasitif dalam larutan elektrolit yaitu didasarkan pada terjadinya reaksi redoks yang menyebabkan perubahan bilangan oksidasi Mn dari +4 menjadi +3. Adapun mekanisme akumulasi muatan berdasarkan proses adsorpsi kation elektrolit berupa ion H^+ yang berasal dari elektrolit H_2SO_4 yang terjadi pada permukaan elektroda pasta karbon berdasarkan persamaan reaksi (Augustyn dkk., 2014):

$$MnO_2 + H^+ + e^- \rightarrow HMnO_2$$
 (10)



Gambar 13. Voltammogram KASP (a), KASP 0,4 g/MnO₂ (b), KASP 0,6 g/MnO₂ (c), dan KASP 0,8 g/MnO₂ (d)

Gambar 13 merupakan voltammogram arus dan tegangan KASP sebelum dan sesudah terdeposisi MnO₂. Pola siklik yang diperoleh antara KASP dengan sampel karbon setelah deposisi dengan massa 0,4 gram hampir sama. hal ini disebabkan karena tidak ada MnO₂ yang terdeposisi pada karbon. Nilai kapasitansi yang diperoleh juga hampir sama yaitu berturut-turut sebesar 0,0106 mF dan 0,0097 mF (Tabel 5). Sedangkan sampel karbon setelah deposisi dengan massa 0,6 g dan 0,8 g memiliki pola siklik yang berbeda dengan KASP sebelum deposisi. Hal ini disebabkan karena keberadaan MnO₂ menyebabkan perubahan nilai arus dan tegangan saat pengukuran. Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh berturut-turut sebesar 25,5019 mF dan 30,9914 mF. Karbon dengan massa 0,8 g memiliki nilai kapasitansi spesifik yang sedikit lebih besar daripada karbon dengan massa 0,6 gram meskipun jumlah MnO₂ yang terdeposisi lebih banyak. Hal ini dapat disebabkan karena dengan banyaknya MnO₂ yang terdeposisi justru menutupi pori-pori karbon sehingga proses adsorpsi ion oleh karbon menjadi lebih sedikit yang menyebabkan kapasitansinya juga berkurang.

Dalam penelitian ini, deposisi MnO₂ pada permukaan karbon menyebabkan kemampuan penyimpanan elektroda meningkat sekitar 2000 kali lipat dari sebelumnya. Peningkatan nilai kapasitansi yang diperoleh jauh lebih besar dibandingkan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Andhika dkk. (2015) dan Fauziyah dkk. (2015) yang mendeposisi logam Cu dan Pb pada permukaan karbon aktif sekam padi dengan nilai kapasitansi spesifik setelah deposisi berturut-turut sebesar 721,08 nF/g dan 1111,7 nF/g.

Tabel 5. Data cyclic voltammetry elektroda pasta karbon sebelum dan sesudahdeposisi MnO2 menggunakan massa KASP yang berbeda

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KASP 0,4 g/MnO ₂	0,0000184	-0,0000110	0,1	0,0097
KASP 0,6 g/MnO ₂	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019
KASP 0,8 g/MnO ₂	0,0108	-0,0822	0,1	30,9914

4.4.2 Pengaruh Konsentrasi KMnO₄ terhadap Deposisi MnO₂

Proses deposisi MnO₂ menggunakan massa karbon yang sama untuk mereduksi larutan KMnO₄ dengan konsentrasi yang berbeda juga memberikan pengaruh yang besar terhadap jumlah MnO₂ yang terdeposisi pada permukaan karbon aktif. Variasi konsentrasi KMnO₄ yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 0,02 M; 0,05 M; dan 0,08 M. Menurut persamaan reaksi (5), semakin tinggi konsentrasi KMnO₄ yang digunakan maka semakin banyak pula jumlah MnO₂ yang dihasilkan.

Hasil karakterisasi XRD menunjukkan pola difraksi yang sangat berbeda antara karbon aktif sebelum dan sesudah deposisi MnO_2 (gambar 14). Difraktogram untuk sampel karbon sebelum deposisi MnO_2 menunjukkan adanya satu puncak lebar pada 20 20,81° yang merupakan karakteristik dari struktur amorf karbon aktif sekam padi. Sedangkan sampel karbon setelah deposisi MnO_2 masing-masing terbentuk 2 puncak baru pada 20 sekitar 37° dan 65° yang mengindikasikan adanya MnO_2 yang disertai dengan penurunan intensitas puncak amorf karbon yang telah ada sebelumnya. Semakin banyak MnO_2 yang terdeposisi maka penurunan intensitas puncak semakin besar. Penurunan intensitas yang paling besar terjadi pada sampel karbon dengan konsentrasi $KMnO_4$ 0,08 M karena MnO_2 yang terdeposisi yang paling besar sesuai dengan data hasil karakterisasi XRF pada Tabel 6.

Untuk sampel karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,02 M menunjukkan adanya puncak pada 20 38,14° dan 65,38° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 11,8365 nm. Selanjutnya untuk sampel karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,05 M menunjukkan adanya puncak pada 20 36,76° dan 64,90° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 14,0101 nm. Terakhir, untuk sampel karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,08 M menunjukkan adanya puncak pada 20 37,20° dan

 $64,90^{\circ}$ dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 33,6206 nm. Perbedaan ukuran partikel disebabkan oleh distribusi MnO₂ pada permukaan karbon yang tidak merata dan terjadinya aglomerasi (penumpukan) MnO₂ sehingga ukurannya menjadi lebih besar.



Gambar 14. Difraktogram KASP (a), KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,02 M) (b), KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,05 M) (c), dan KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,08 M) (d)

Tabel 6 menunjukkan komposisi senyawa oksida yang terkandung di dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ menggunakan konsentrasi KMnO₄ yang berbeda. Sebelum deposisi kadar SiO₂ mencapai 92,5 % sedangkan mangan oksida belum terdapat dalam sampel KASP. Setelah deposisi, terjadi penurunan kadar SiO₂ yang sangat signifikan dan bahkan hilang serta mangan oksida mulai muncul dengan kadar yang cukup tinggi. Kadar MnO pada sampel karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,02 M; 0,05 M; dan 0,08 M berturut-turut sebesar 45,71 %, 75,69 %, dan 79,66 %. Perbedaan kadar yang diperoleh bergantung pada kemampuan karbon dalam mengadsorpsi MnO_2 yang terbentuk dari reaksi reduksi $KMnO_4$ oleh karbon aktif dan konsentrasi $KMnO_4$ yang digunakan.

		I	Kadar (%)	
Senyawa	KASP	KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,02 M)	KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,05 M)	KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,08 M)
SiO ₂	92,50	40,61	10,93	-
MnO	-	45,71	75,69	79,66
ZnO	4,05	2,48	1,39	0,941
K_2O	0,720	9,80	11,09	19,28
P_2O_5	1,33	1,30	-	-
Fe ₂ O ₃	0,619	-	-	-
CaO	0,534	-	-	-
Nb ₂ O ₅	0,0131	-	0,0128	-
In_2O_3	0,0056	-	0,0054	0,0068
TiO_2	-	-	0,81	-
Co_3O_4	-		0,060	0,0065

Tabel 6. Komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ dengan variasi konsentrasi KMnO₄ 0,02 M, 0,05 M, dan 0,08 M

Gambar 15 menunjukkan spektrum UV-Vis filtrat sebelum dan sesudah deposisi MnO₂. Sebelum deposisi, Filtrat masih berupa larutan KMnO₄ yang belum tereduksi membentuk MnO₂ dengan kararteristik spektrum terdapat puncak serapan pada panjang gelombang 545,5 nm, 525,5 nm, 507,5 nm, 317 nm, dan 310 nm yang bersesuaian dengan hasil penelitian Jaganyi dkk (2013). Sedangkan setelah deposisi, baik sampel dengan dengan konsentrasi KMnO₄ 0,02 M, 0,05 M, maupun 0,08 M terjadi perubahan warna larutan menjadi kuning hingga kuning kecoklatan yang menunjukkan bahwa MnO₂ yang dihasilkan sebagian terdispersi ke dalam larutan membentuk sistem koloid. Spektrum UV-Vis untuk ketiga sampel menunjukkan pola yang sama yaitu mulai memberikan serapan pada panjang gelombang *visible* (500 nm – 600 nm) dan optimum pada daerah UV (205 nm – 215 nm). Semakin besar absorbasi maka semakin banyak MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan. Pada penelitian ini absorbansi tertinggi terdapat pada sampel karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,08 M, hal ini disebabkan karena jika digunakan massa karbon yang sama maka, semakin tinggi konsentrasi KMnO₄ yang digunakan maka semakin banyak MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan. Sedangkan sampel dengan konsentrasi KMnO₄ 0,02 M dan 0,05 M memiliki absorbansi yang hampir sama. Hal ini mengindikasikan bahwa KMnO₄ 0,05 M merupakan konsentrasi optimum untuk deposisi MnO₂ jika digunakan massa karbon sebesar 0,6 gram.



Gambar 15. Spektrum UV-Vis larutan KMnO₄ dan filtrat hasil reduksi larutan KMnO₄ dengan konsentrasi 0,02 M; 0,05 M; 0,08 M oleh KASP

Gambar 16 merupakan voltammogram arus dan tegangan KASP sebelum dan sesudah terdeposisi MnO₂. Pola siklik yang diperoleh antara KASP sebelum dan sesudah deposisi sangat berbeda. Hal ini disebabkan karena keberadaan MnO₂ menyebabkan perubahan nilai arus dan tegangan saat pengukuran. Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh juga mengalami peningkatan drastis setelah karbon aktif dideposisi dengan MnO₂. Peningkatan nilai kapasitansi disebabkan karena MnO₂ bersifat pseudokapasitif.



Gambar 16. Voltamogram KASP (a), KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,02 M) (b), KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,05 M) (c), dan KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,08 M) (d)

Nilai kapasitansi spesifik untuk KASP sebelum deposisi MnO_2 sebesar 0,0106 mF. Sedangkan untuk sampel karbon setelah deposisi dengan konsentrasi KMnO₄ 0,02 M, 0,05 M, dan 0,08 M diperoleh nilai kapasitansi spesifik berturut-turut sebesar 1,3289 mF, 25,5019 mF dan 5,2582 mF. Hal ini mengindikasikan bahwa deposisi MnO₂ pada permukaan karbon menyebabkan

kemampuan penyimpanan elektroda meningkat sekitar 2000 kali lipat dari sebelumnya. Kapasitansi tertinggi terdapat pada karbon dengan konsentrasi KMnO₄ 0,05 M. Hal ini dapat disebabkan karena MnO₂ yang terdeposisi cukup banyak dengan ukuran partikel yang lebih kecil sehingga menimbulkan efek pseudokapasitansi yang cukup besar jika dibandingkan dengan konsentrasi lainnya.

Tabel 7. Data *cyclic voltammetry* elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ menggunakan konsentrasi KMnO₄ yang berbeda

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KASP/MnO2 (KMnO4 0,02 M)	0,00088	-0,0031	0,1	1,3289
KASP/MnO2 (KMnO4 0,05 M)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019
KASP/MnO ₂ (KMnO ₄ 0,08 M)	0,00914	-0,00663	0,1	5,2582

4.4.3 Pengaruh Suhu terhadap Deposisi MnO₂

Proses deposisi MnO₂ menggunakan massa dan konsentrasi KMnO₄ yang sama pada suhu yang berbeda juga memberikan pengaruh terhadap jumlah MnO₂ yang terdeposisi pada permukaan karbon aktif dan nilai kapasitansi elektroda. Variasi suhu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu 65 °C, 80 °C, dan 95 °C.

Hasil karakterisasi XRD menunjukkan pola difraksi yang sangat berbeda antara karbon aktif sebelum dan sesudah deposisi MnO_2 (Gambar 17). Difraktogram untuk sampel karbon sebelum deposisi MnO_2 menunjukkan adanya satu puncak lebar pada 20 20,81° yang merupakan karakteristik dari struktur amorf karbon aktif sekam padi. Sedangkan sampel karbon setelah deposisi MnO_2 masing-masing terbentuk 2 puncak baru pada 20 sekitar 37° dan 65° yang mengindikasikan adanya MnO_2 yang disertai dengan penurunan intensitas puncak amorf karbon yang telah ada sebelumnya. Untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suhu 65 °C menunjukkan adanya puncak pada 20 36,86° dan 65,80° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 8,7245 nm. Selanjutnya untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suhu 80 °C menunjukkan adanya puncak pada 20 36,86° dan 64,44° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 11,5721 nm. Terakhir, untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suhu 95 °C menunjukkan adanya puncak pada 20 36,76° dan 64,90° dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 14,0101 nm. Adanya perbedaan ukuran partikel dapat disebabkan karena terjadinya perubahan suhu menyebabkan stuktur dan kristalinitas berubah. Selain itu, Perbedaan ukuran partikel juga kemungkinan disebabkan karena distribusi MnO₂ pada permukaan karbon yang tidak merata dan terjadinya aglomerasi (penumpukan) MnO₂ sehingga ukurannya menjadi lebih besar.



Gambar 17. Difraktogram KASP (a), KASP/MnO₂ (65 °C) (b), KASP/MnO₂ (80 °C) (c), dan KASP/MnO₂ (95 °C) (d)

Tabel 8 menunjukkan komposisi senyawa oksida yang terkandung di dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ pada suhu yang berbeda. Sebelum deposisi kadar SiO₂ mencapai 92,5 % sedangkan mangan oksida belum terdapat dalam sampel KASP. Setelah deposisi, terjadi penurunan kadar SiO₂ yang sangat signifikan dan mangan oksida mulai muncul dengan kadar yang cukup tinggi. Kadar oksida mangan pada karbon yang terdeposisi pada suhu 65 °C, 80 °C, dan 95 °C berturut-turut sebesar 71,64 %, 72,51 %, dan 75,69 %. Kadar yang diperoleh tidak terlalu jauh berbeda sebab jumlah karbon dan konsentrasi KMnO₄ yang digunakan sama. Terjadinya peningkatan suhu menyebabkan kemampuan adsorpsi karbon meningkat karena tumbukan antar molekul adsorben dengan adsorbat semakin besar.

		Ka	adar (%)	
SenyawaKASP/Mn((65 °C)		KASP/MnO ₂ (65 °C)	KASP/MnO ₂ (80 °C)	KASP/MnO ₂ (95 °C)
SiO ₂	92,50	15,81	14,66	10,93
MnO	-	71,64	72,51	75,69
ZnO	4,05	1,41	1,59	1,39
K ₂ O	0,720	10,33	10,21	11,09
Fe ₂ O ₃	0,619	-	-	-
CaO	0,534	-	-	-
Nb_2O_5	0,0131	0,0090	0,0074	0,0128
In ₂ O ₃	0,0056	-	-	0,0054
TiO ₂	-	0,73	0,962	0,81
Co_3O_4	-	0,053	0,045	0,060

Tabel 8. Komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ dengan variasi Suhu 65 °C, 80 °C, dan 95 °C

Gambar 18 menunjukkan spektrum UV-Vis filtrat sebelum dan sesudah deposisi MnO₂. Setelah deposisi, semua filtrat yang dihasilkan mengalami perubahan warna menjadi kuning hingga kuning kecoklatan yang menunjukkan bahwa MnO₂ yang dihasilkan sebagian terdispersi ke dalam larutan membentuk sistem koloid. Spektrum UV-Vis untuk ketiga sampel menunjukkan pola yang sama yaitu mulai memberikan serapan pada panjang gelombang *visible* (500 nm – 600 nm) dan optimum pada daerah UV (205 nm – 215 nm). Semakin besar absorbasi maka semakin banyak MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan. Pada penelitian ini semua filtrat baik pada suhu 65 °C, 80 °C, maupun 95 °C menunjukkan nilai absorbansi yang hampir sama. Hal ini mengindikasikan bahwa jumlah MnO₂ yang terdispersi ke dalam larutan juga hampir sama.



Gambar 18. Spektrum UV-Vis larutan KMnO₄ dan filtrat hasil reduksi larutan KMnO₄ oleh KASP pada suhu 65 °C; 80 °C; 95 °C

Gambar 19 merupakan voltammogram arus dan tegangan KASP sebelum dan sesudah terdeposisi MnO₂. Pola siklik yang diperoleh antara KASP sebelum dan sesudah deposisi sangat berbeda. Hal ini disebabkan karena keberadaan MnO₂ menyebabkan perubahan nilai arus dan tegangan saat pengukuran. Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh juga mengalami peningkatan drastis setelah karbon aktif dideposisi dengan MnO₂. Peningkatan nilai kapasitansi disebabkan karena MnO₂ bersifat pseudokapasitif.



Gambar 19. Voltamogram KASP (a), KASP/MnO₂ (65 °C) (b), KASP/MnO₂ (80 °C) (c), dan KASP/MnO₂ (95 °C) (d)

Tabel 9 meunjukkan nilai kapasitansi spesifik KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ yang dilakukan pada suhu yang berbeda. Nilai kapasitansi spesifik untuk KASP sebelum deposisi MnO₂ sebesar 0,0106 mF. Sedangkan untuk sampel karbon setelah deposisi pada suhu 65 °C, 80 °C, dan 95 °C diperoleh nilai kapasitansi spesifik berturut-turut sebesar 17,6597 mF, 21,8541 mF dan 25,5019 mF. Hal ini mengindikasikan bahwa deposisi MnO₂ pada permukaan karbon menyebabkan kemampuan penyimpanan elektroda meningkat sekitar 2000 kali lipat dari sebelumnya. Kapasitansi tertinggi terdapat pada karbon yang terdeposisi pada suhu 95 °C. Akan tetapi nilai kapasitansi yang diperoleh tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini dapat disebabkan karena MnO₂ yang terdeposisi cukup banyak sehingga menimbulkan efek pseudokapasitansi yang cukup besar jika dibandingkan dengan suhu lainnya.

Tabel 9. Data *cyclic voltammetry* elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ pada suhu yang berbeda

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
$KASP/MnO_2$ (65 °C)	0,0301	-0,0229	0,1	17,6597
KASP/MnO ₂ (80 °C)	0,0343	-0,0313	0,1	21,8541
KASP/MnO ₂ (95 °C)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019

4.4.4 Pengaruh pH terhadap Deposisi MnO₂

Proses deposisi MnO_2 menggunakan massa karbon, konsentrasi $KMnO_4$, dan suhu yang sama pada suasana pH yang berbeda juga memberikan pengaruh terhadap jumlah MnO_2 yang terdeposisi pada permukaan karbon aktif dan nilai kapasitansi elektroda yang diperoleh. Deposisi MnO_2 dalam penelitian ini dilakukan dalam suasana asam, basa dan netral.

Hasil karakterisasi XRD menunjukkan pola difraksi yang sangat berbeda antara karbon aktif sebelum dan sesudah deposisi MnO_2 (Gambar 20). Difraktogram untuk sampel karbon sebelum deposisi MnO_2 menunjukkan adanya satu puncak lebar pada 20 20,81° yang merupakan karakteristik dari struktur amorf karbon aktif sekam padi. Sedangkan sampel karbon setelah deposisi MnO_2 masing-masing terbentuk 2 puncak baru pada 20 sekitar 37° dan 65° yang mengindikasikan adanya MnO_2 yang disertai dengan penurunan intensitas puncak amorf karbon yang telah ada sebelumnya. Untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suasana asam menunjukkan adanya puncak pada $20\ 37,14^\circ$ dan $64,56^\circ$ dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 14,2839 nm. Terbentuknya MnO₂ dalam suasana asam dapat disebabkan karena reduktor (karbon) yang digunakan untuk mereduksi KMnO₄ merupakan reduktor lemah sehingga KMnO₄ tidak tereduksi membentuk Mn(II) melainkan Mn(IV). Selanjutnya untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suasana basa menunjukkan adanya puncak pada $20\ 37,86^\circ$ dan $65,30^\circ$ dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 11,3535 nm. Terakhir, untuk sampel karbon yang terdeposisi pada suasana basa ukuran netral menunjukkan adanya puncak pada $20\ 36,76^\circ$ dan $64,90^\circ$ dengan ukuran partikel MnO₂ sekitar 14,0101 nm. Perbedaan ukuran partikel disebabkan oleh distribusi MnO₂ pada permukaan karbon yang tidak merata dan terjadinya aglomerasi (penumpukan) MnO₂ sehingga ukurannya menjadi lebih besar.



Gambar 20. Difraktogram KASP (a), KASP/MnO₂ (Asam) (b), KASP/MnO₂ (Netral) (c), dan KASP/MnO₂ (Basa) (d)

Tabel 10 menunjukkan komposisi senyawa oksida yang terkandung di dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂. Sebelum deposisi kadar SiO₂ mencapai 92,5 % sedangkan oksida mangan belum terdapat dalam sampel KASP. Setelah deposisi, terjadi penurunan kadar SiO₂ yang sangat signifikan dan khusus pada suasana basa SiO₂ menghilang dan mangan oksida mulai muncul dengan kadar yang cukup tinggi. Kadar oksida mangan pada karbon yang terdeposisi pada suasana asam, basa, dan netral berturut-turut sebesar 76,75 %, 95,28 %, dan 75,69 %. Kadar MnO tertinggi terdapat pada karbon yang terdeposisi dalam suasana basa. Menurut Meng dkk (2013), MnO₂ di hasilkan dari reduksi KMnO₄ dan semakin tingggi pH maka pembentukkan MnO₂ semakin stabil.

		Kad	ar (%)	
Senyawa –	KASP	KASP/MnO ₂ (Asam)	KASP/MnO ₂ (Basa)	KASP/MnO ₂ (Netral)
SiO ₂	92,50	9,47	-	10,93
MnO	-	76,75	95,28	75,69
ZnO	4,05	0,066	1,88	1,39
K ₂ O	0,720	0,457	1,55	11,09
P_2O_5	1,33	-	0,262	-
Fe ₂ O ₃	0,619	-	-	-
CaO	0,534	-	-	-
Nb ₂ O ₅	0,0131	0,0133	-	0,0128
In_2O_3	0,0056	-	-	0,0054
TiO ₂	-	0,79	0,955	0,81
Co_3O_4	-	0,057	0,065	0,060

Tabel 10. Komposisi senyawa oksida yang terkandung dalam KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ pada suasana asam, basa, dan netral

Gambar 21 menunjukkan spektrum UV-Vis filtrat sebelum dan sesudah deposisi MnO_2 . Setelah deposisi, filtrat hasil deposisi dalam suasana basa (pH = 12) dan netral mengalami perubahan warna menjadi kuning dan kuning kecoklatan yang menunjukkan bahwa MnO_2 yang dihasilkan sebagian terdispersi ke dalam larutan membentuk sistem koloid. Sedangkan filtrat hasil deposisi dalam suasana asam (pH = 3) mengalami perubahan menjadi tidak berwarna (bening). Spektrum UV-Vis untuk filtrat dalam suasana basa dan netral menunjukkan pola yang sama seperti sebelumnya yaitu mulai memberikan serapan pada panjang gelombang *visible* (500 nm – 600 nm) dan optimum pada daerah UV (205 nm – 215 nm). Khusus untuk filtrat dalam suasana asam, hanya memberikan serapan di daerah UV yaitu pada panjang gelombang 218,5 nm. Hal ini mengindikasikan bahwa spesi Mn yang dihasilkan berbeda.



Gambar 21. Spektrum UV-Vis larutan KMnO₄ dan filtrat hasil reduksi larutan KMnO₄ oleh KASP pada suasana asam, basa, dan netral

Menurut Zakir dkk (2005), reduksi TcO₄⁻ (Tc terletak segolongan dengan Mn) merupakan fungsi pH. Pada pH lebih dari 3, produk dominan yang terbentuk

adalah fraksi Tc(IV) koloidal dalam bentuk senyawa TcO₂ sedangkan pada pH kurang dari 3 produk yang dominan terbentuk adalah fraksi Tc(IV) polimerik $(Tc_nO_p^{(4n-2p)+}, n > 2)$ dalam bentuk ion Tc₃O₄⁴⁺ yang merupakan prekursor dari koloid TcO₂.nH₂O yang dapat diperoleh dengan meningkatkan pH. Sehingga, semakin tinggi pH maka semakin banyak TcO₂ koloidal yang dihasilkan dan begitupun sebaliknya.



Gambar 22. Struktur Tc(IV) polimerik (Tc_n $O_p^{(4n-2p)+}$) (Poineau dkk., 2006)

Dalam penelitian ini, absorbansi tertinggi terjadi pada suasana basa yang mengindikasikan MnO_2 yang terdispersi banyak. Sedangkan spesi terlarut dalam suasana asam yang ditawarkan berupa ion $Mn_3O_4^{4+}$ (Mn(IV) polimerik). Hal ini terbukti dengan terbentuknya MnO_2 saat pH filtrat ditingkatkan melalui penambahan NaOH seperti ditunjukkan pada Gambar 22.



Gambar 23. Filtrat hasil deposisi MnO₂ dalam suasana asam sebelum dan sesudah penambahan NaOH

Gambar 23 merupakan voltammogram arus dan tegangan KASP sebelum dan sesudah terdeposisi MnO₂. Pola siklik yang diperoleh antara KASP sebelum dan sesudah deposisi sangat berbeda. Hal ini disebabkan karena keberadaan MnO₂ menyebabkan perubahan nilai arus dan tegangan saat pengukuran. Nilai kapasitansi spesifik yang diperoleh juga mengalami peningkatan drastis setelah karbon aktif dideposisi dengan MnO₂. Peningkatan nilai kapasitansi disebabkan karena MnO₂ bersifat pseudokapasitif.



Gambar 24. Voltamogram KASP (a), KASP/MnO₂ (Asam) (b), KASP/MnO₂ (Basa) (c), dan KASP/MnO₂ (95 °C) (d)

Tabel 11 meunjukkan nilai kapasitansi spesifik KASP sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ yang dilakukan pada kondisi pH yang berbeda. Nilai kapasitansi spesifik untuk KASP sebelum deposisi MnO₂ sebesar 0,0106 mF. Sedangkan untuk sampel karbon setelah deposisi pada suasana asam, basa, dan netral diperoleh nilai kapasitansi spesifik berturut-turut sebesar 31,2076 mF, 19,1089 mF dan 25,5019 mF. Hal ini mengindikasikan bahwa deposisi MnO₂ pada permukaan karbon menyebabkan kemampuan penyimpanan elektroda meningkat sekitar 2000 kali lipat dari sebelumnya. Kapasitansi tertinggi terdapat pada karbon yang terdeposisi pada suasana asam. Hal ini disebabkan karena pada suasana asam, proses penangkapan elektron oleh elektroda meningkat karena konsentrasi H⁺ dalam larutan juga meningkat. Sebaliknya, dalam suasana basa proses penangkapan elektron oleh elektroda menurun karena konsentrasi H⁺ dalam larutan juga menurun meskipun MnO₂ yang terdeposisi lebih banyak dibanding suasana asam dan netral.

Tabel 11. Data *cyclic voltammetry* elektroda pasta karbon sebelum dan sesudah deposisi MnO₂ pada kondisi pH yang berbeda

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KMnO ₄ /MnO ₂ (Asam)	0,0398	-0,0538	0,1	31,2076
KMnO ₄ /MnO ₂ (Basa)	0,0347	-0,0226	0,1	19,1089
KMnO ₄ /MnO ₂ (Netral)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- massa karbon aktif, konsentrasi KMnO₄, suhu, dan pH mempengaruhi jumlah MnO₂ yang terdeposisi pada permukaan KASP. Agar MnO₂ yang terdeposisi maksimum, proses deposisi dilakukan dengan cara mereaksikan 0,6 gram KASP dan KMnO₄ 0,05 M pada suhu 95 °C dalam suasana basa, dan
- MnO₂ memberikan efek pseudokapasitansi yang cukup baik. Deposisi MnO₂ dapat meningkatkan nilai kapasitansi spesifik karbon aktif sekam padi hingga 2000 kali lipat dengan nilai kapasitansi spesifik sebelum deposisi MnO₂ sebesar 0,0106 mF/g.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya tentang studi karbon aktif sebagai bahan penyimpanan energi elektrokimia adalah sebagai berikut:

- perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai cara pembuatan elektroda karbon, pengaruh jenis dan konsentrasi elektrolit, waktu kontak optimum antara elektroda dan elektrolit serta jumlah karbon yang digunakan dalam penentuan kapasitansi spesifik karbon aktif,
- perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai proses deposisi MnO₂ untuk variasi pH yang digunakan untuk mengontrol pembentukkan nanopartikel sehingga diperoleh kemampuan penyimpanan yang lebih besar, dan
- untuk peneliti selanjutnya, sebaiknya digunakan metode sentrifugasi untuk memisahkan karbon dengan filtrat agar MnO₂ yang terbentuk tidak lolos ke larutan.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, R., 2004, Kimia Lingkungan, Andi, Yogyakarta.

- Aisah, S., Yulianti, E., san Fasya, A.G., 2010, Penurunan Angka Peroksida dan Asam Lemak Bebas(FFA) pada Proses BleachingMinyak Goreng Bekasoleh KarbonAktif Polong Buah Kelor (Moringa oleifera. Lamk) dengan Aktivasi NaCl, *Alchemy*, 1(2): 53-103.
- Andaka, G., 2008, Penurunan Kadar Tembaga pada Limbah Cair Industri Kerajinan Perak dengan Presipitasi menggunakan Natrium Hidroksida, *J. Teknol.*, **1** (2): 127-134.
- Andhika, R., 2015, *Elektrodeposisi Logam Cu Pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi Bebas Silika dengan Iradiasi Ultrasonik*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Antonucci, P.L., and Antonucci, V., 2011, *Electrochemical Energy Storage*, In Tech China, Shanghai.
- Augustyn, V., Simon, P., dan Dunn, B., 2014, Pseudocapacitive oxide materials for high-rate electrochemical energy storage, *Open Archive Toulouse Archive Ouverte, Energy & Environmental Science*, **7**: 1597-1614.
- Badan Pusat Statistik Pertambangan dan Energi, 2014, *Statistik Listrik 2011-2014*, Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Tanaman Pangan, 2015, *Produksi Tanaman Pangan*, Badan Pusat Statistik Indonesia, Jakarta.
- Chacon-Patino, M. L., Blanco-Tirado, C., Hinesfroza, J. P., and Combariza, M. Y., 2013, Biocomposite of Nanodstructure MnO₂ and Fique Fibers for Efficient Dye Degradations Green Chemistry, DOI: 10.1039C36C40911B.
- Chen, M.D., Wumale, T., Li, W.L., Song, H.H., Song, R.R, 2015, Electrochemical Performance of cotton stalk based activated carbon electrodes modified by MnO₂ for supercapasitor, *Mat. Tech.*, **30**; A2-A7.
- Chouhan, N., and Liu, R., 2012, *Electrochemical Technologies for Energy* Storage and Conversion, First Edition, Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Taiwan.
- Cotton, F.A., and Wilkinson, G., 1980, Advanced Inorganic Chemistry, Fourth *Edition*, Jhon Willey & Sons, Canada.

- Danarto, Y.C., dan Samun, T., 2008, Pengaruh Aktivasi Karbon Dari Sekam Padi Pada Proses Adsorpsi Logam Cr(VI), *Ekuilibrium*, **7**(1): 13–6.
- Daubert, J.S., Lewis, N.P., Gotsch, H.N., Mundy, J.Z., Monroe, D.N., Dickey, E.C., Losego, M.D., Parsons, G.N., 2015, Effect meso and micro porosity in carbon electrodes on atomic layer deposition of pseudokapasitive V₂O₅ for high performance supercapasitors, *Chem. Mater*, 27(19); 6524-6534.
- Erdinc, O., Vural, B., and Uzunoglu, M., 2009, A wavelet-fuzzy logic based energy management strategy for a fuel cell/battery/ultra-capacitor hybrid vehicular power system, *Journal of Power Sources*, **194**; 369–380.
- Fauziyah, R., 2015, Elektrodeposisi Logam Pb Pada Permukaan Karbon Aktif Sekam Padi Bebas Silika dengan Iradiasi Ultrasonik, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Frackowiak, E. and Beguin, F., 2001, Carbon Materials for The Electrochemical Storage of Energy in Capacitors, *Carbon*, **39**, 937-950.
- Hamada, Y.Z., Makoni, N., and Hamada, H., 2016, Three Very Different UV-VIS Absorption Spectra of Three Different Transition Metals Found in Biological Solutions, *Electronic Journal of* Biology: S2, 6-9.
- International Electrotechnical Commission, 2011, *Electrical Energy Storage*, IEC Geneva, Switzerland.
- Jaganyi, D., Altaf, M., dan Wekesa, I., 2013, Synthesis and Characterization of Whisker-Shaped MnO₂ Nanostructure at Room Temperature, Appl Nanosci, 3: 329-333.
- Jamilatun, S., dan Setyawan, M., 2014, Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair, *Spektrum Industri*, 12 (1); 74-83.
- Karyasa, I.W., 2014, Pembuatan Ultra Fine Amorphous Silica (UFAS) dari Jerami Padi dan Sekam Padi, *J. Sains Teknol.*, **3** (1), 263-274.
- Khan, Z., Al-Thabaiti, S.A., Obaid, A. B., dan Khan, Z.A., 2010, MnO₂ Nanostructure of Different Morphologies from Amino Acids-MnO₄ Reactions in Aqueous Solutions, *Colloids and Surface B.*, **81** (2010): 381-384.
- Kumar, P.S., Ramakrishnan, K., Kirupha, S.D. and Sivanesan, S., 2010, Thermodynamic and Kinetic Studies of Cadmium Adsorption from Aqueous Solution onto Rice Husk, *Braz. J. Chem. Eng.*, **27** (2), 347-355.
- Koleangan, H.S.J. dan Wuntu, A.D., 2008, Kajian Stabilitas Termal dan Karakter Kovalen Zat Pengaktif pada Arang Aktif Limbah Gergajian Kayu Meranti (Shorea spp), Chem. Prog., 1 (1): 43-46.
- Labanni', A., Zakir, M. dan Maming, 2015, Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (*Saccharum officinarum*) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iradiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia, *Indo. Chim. Acta*, **8** (1), 1-9.
- Lai, F., Miao, Y., Huang, Y., Chung, T.S., dan Liu, T., 2015, Flexible hybrimembranes of NiCo₂O₄-doped carbon nanofiber-MnO₂ core-sheath nanostructures for high performance supercapasitors, *J. Phys. Chem. C.*, **119** (24); 13442-13450.
- Liu, Y., Hu, Z., Xu, K., Zheng, X., Gao, Q., 2008, Surface Modification and Performance of Activated Carbon Electrode Material, *Acta Phys. Chim. Sinica*, 24 (7), 1143-1148.
- Mahvi, A.H., Maleki, A. and Eslami, A., 2004, Potential of Rice Husk Ash for Phenol Removal in Aqueous Systems, *Am. J. Appl. Sci.*, **1** (4), 321-326.
- Manocha, S.M., 2003, Porous Carbon, Sadhana, 28, 335-348.
- Meng, F., Yan, X., Zhu, Y., dan Si, P., 2013, Controlable synthesis of MnO2/polyaniline nanocomposite and its electrochemical capasitive property, Nanoscale Research Letter, 8; 1-8.
- Miller, J.R., dan Simon, P., 2008, Electrochemical Capacitors for Energy Management, Open Archive Toulouse Archive Ouverte, Science Magazine, 321: 651-652.
- Moon, S. A., Salunke, B. P., Alkotaini, B., Sethiyamoonthi, E., Kim, B. S., 2014, Biological Synthesis of Manganese Dioxide Nanoparticles by Kalopanax Pictus Plant Extract, *The Institution of Engineering and Technology*, ISSN 1751-8741, 1-6.
- Mujiyanti, D.R., Nuryono dan Kunarti, E.S., 2010, Sintesis dan Karakterisasi Silika Gel dari Abu Sekam Padi yang Diimobilisasi dengan 3-(Trimetoksisilil)-1- Propantiol, *Sains Ter. Kim.*, **4** (2): 150-167.
- Nashrullah, M., dan Darminto, 2013, Analisa Fasa dan Lebar Celah Pita Energi Karbon pada Hasil Pemanasan Tempurung Kelapa, *Jurnal Seni dan Sains Pomits*, 1-5.
- Poineau, F., Fattahi, M., Montavon, G., and Grambow, B., 2006, Condensation mechanisms of tetravalent technetium in chloride media, *Radiochim Acta*, 94: 291–299.

- Prastowo, B., 2007, Potensi Sektor Pertanian Sebagai Penghasil dan Pengguna Energi Terbarukan, *Perspektif*, 6(2); 84 92.
- Ramdja, A.F., Halim, M. dan Handi, J., 2008, Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*), J. Tek. Kim., **15** (2); 1-8.
- Ramli, T.A., 2015, Sintesis Dan Karakterisasi Karbon Nanopori Sekam Padi (<u>Oryza sativa</u>) Melalui Iradiasi Ultrasonik Dengan Aktivator KOH Sebagai Bahan Kapasitor Elektrokimia, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Rosi, M., Ekaputra, M.P., Iskandar, M., Abdullah, M., Khairurrijal, 2012, Superkapasitor Menggunakan Polimer Hidrogel Elektrolit dan Elektroda Nanopori Karbon, Prosiding Seminar Nasional Material, Fisika, ITB.
- Rosi, M., Iskandar, F., Abdullah, M. dan Khairurrijal, 2013, Sintesis Nanopori Karbon dengan Variasi Jumlah NaOH dan Aplikasinya sebagai Superkapasitor, Seminar Nasional Material, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Salunkhe, R.R., Ahn, H., Kim, J.H., and Yamauchi, Y., 2015, Rational design of coaxial structured carbon nanotube-manganese oxide (CNT-MnO₂) for energy storage application, *Nanotechnology*, 26; 7pp.
- Supartha, I.N.Y., Wijana, G., dan Adnyana, G.M., 2012, Aplikasi Jenis Pupuk Organik pada Tanaman Padi Sistem Pertanian Organik, *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, **1**(2): 98-106.
- Surest, A.H., Kasih, J.A.F. dan Wisanti, A., 2008, Pengaruh Suhu, Konsentrasi Zat Aktivator dan Waktu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Tempurung Kemiri, *J. Tek. Kim.*, **15** (2): 17-21.
- Syarif, N., 2014, Pengembangan Kapasitor Lapis Ganda Elektrokimia dari Karbon Aktif Kayu Gelam, Disertasi, Universitas Indonesia.
- Tanaka, K., Aoki, H., Ago, H., Yamake, T. and Okahara, K., 1997, Interlayer Interaction of Two Graphene Sheets as A Model of Double Layer Carbon Nanotubes, *Carbon*, 35 (1); 121-125.
- Tjitrosoepomo, G., 2011, Taksonomi Tumbuhan Spermatophyta, Universitas Gajah Mada Press, Yogyakarta.
- Ummah, S., Prasetyo, A., dan Barroroh, H., 2010, Kajian Penambahan Abu Sekam Padi dari Berbagai Suhu Pengabuan Terhadap Plastisitas Kaolin, Alchemy, **1** (2): 52-103.

- Viscarini, V.P., Rokhima, N., Yuwana, M., dan Setyawan, H., 2014, Sintesa Partikel MnO2 dengan Teknik Elektrokimia dalam Sel Membran, *Jurnal Teknik Pomits*, **2** (1): 1-5.
- Vytras, K., Svancara, I. and Metelka, R., 2009, Carbon Paste Electrodes in Electroanalytical Chemistry, J. Serb. Chem. Soc., **74** (10), 1021-1033.
- Wachid, M.R. dan Setiarso, P., 2014, Pembuatan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Bentonit untuk Analisis Ion Logam Tembaga(II) secara Cyclic Voltammetry Stripping, Prosiding Seminar Nasional Kimia, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, 20 September.
- Wang, J., Xin, H.L., and Wang D., 2013, Recent Progress on Mesoporus Carbon Materials for Advanced Energy Convertion and Storage, *Part. Syst. Charact.*, 1-25.
- Winter, M. and Brodd, R.J., 2004, What Are Batteries, Fuel Cells and Supercapacitors?, *Chem. Rev.*, **104** (10), 4245-4269.
- Xu, P., Wei, B., Cao, Z., Zheng, J., Gong, K., Li, F., Yu, J., Li, Q., Lu, W., Byun, J.H., Kim, B.S., Yan, Y., and Chou, T.W., 2015, Stretchable Wire-Shaped Assymetric Supercapasitors Based on Pristine and MnO₂ Coated carbon Nanotube Fibers, ACS Nano, 9(6); 6088-6096.
- Zakir, M., 2013, *Ultrasound-assisted adsorbtion of lead (II) and Copper (II) ions on rice husk activated carbon*, Proceeding of The International Conference on Quality in Research, Yogyakarta, 25-28 Juni 2013.
- Zakir, M., Maming, Raya, I., Karim, A. dan Santi, 2012, Pemanfaatan Energi Gelombang Ultrasonik dalam Adsorpsi Ion Logam Berat Cu(II) pada Biosorben Karbon Aktif dari Sekam Padi, *Indo. Chim. Acta*, **5** (2), 1-9.
- Zakir, M., Sekine, T., Takayama, T., Kudo, H., Lin, M. and Katsumura, Y., 2005, Technetium(IV) Oxide Colloids and The Precursor Produced by Bremsstrahlung Irradiation of Aqueous Pertechnetate Solution, J. Nucl. Radiochem. Sci., 6 (3), 243-247.
- Zhang, X., Sun, X., Zhang, H., Zhang, D., dan Ma, Y., 2012, Development of redox deposition of birnessite-type MnO₂ on activated carbon as highperformance electrode for hybrid supercapasitors, *Material Chemistry and Physics*, **137**; 290-296.
- Zhou, J., Ji, Y., He, J., Zhang, C., dan Zhao, G., 2008, Enhanced mesoporosity and capacitance property of spherical carbon aerogel prepared by associating Mg(OH)₂ with non-ionic surfactant, *Micropor. Mesopor. Mater.* 114; (424-430).

LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Prosedur Kerja

a. Preparasi Sampel



b. Karbonisasi



c. Aktivasi



d. Penentuan Luas Permukaan

KASP

- Sebanyak 0,3 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer
- Ditambahkan 50 mL larutan metilen biru 300 ppm.
- Diaduk dengan magnetik stirrer selama 30 menit, lalu disaring.
- Filtrat diukur absorbannya pada panjang gelombang maksimum dengan spektrofotometer UV-Vis.
- Larutan standar metilen biru dibuat dengan konsentrasi 0,5; 1;
 2; 4; 8 dan 16 ppm

Data

e. Deposisi MnO₂

1. Pengaruh Massa KASP



2. Pengaruh Konsentrasi KMnO₄



3. Pengaruh Suhu



4. Pengaruh pH



f. Pebuatan Elektroda

KASP terdep	oosisi MnO ₂
	 Dicampur dengan lilin paraffin dengan perbandingan 1:1 Diaduk sampai homogen Dimasukkan ke dalam badan elektroda dengan cara ditekan menggunakan spatula agar memadat dan
Elektroda Pa	merata asta Karbon

Catatan: Badan elektroda dibuat dengan menyambungkan kawat tembaga dan kawat platina menggunakan solder uap. Kemudian dimasukkan kedalam pipet. Selanjutnya direkatkan dengan parafilm.

g. Pengukuran Nilai Kapasitansi Spesifik



Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan Penelitian



Sampel sekam padi



Karbon sekam padi



Karbon sekam padi yang telah diayak dengan pengayak 100 mesh



Proses aktivasi karbon sekam padi



Karbon aktif sekam padi



Proses deposisi MnO₂



Deret standar metilen biru



Setelah deposisi MnO₂



Proses penyaringan karbon aktif terdeposisi MnO₂



Proses pencucian karbon aktif terdeposisi MnO₂



Karbon aktif sebelum dan setelah deposisi MnO2





Filtrat sebelum dan setelah deposisi MnO2



Badan elektroda

Lampiran 3. Perhitungan Luas Permukaan Karbon Aktif

$$X_{m} = \frac{(C_{o}-C_{e}) \times V \text{ larutan (L)}}{\text{Massa Karbon Aktif (g)}}$$

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M_r}$$

1. Luas Permukaan Karbon Sekam Padi Sebelum Aktivasi

y = 0,1596x + 0,1289
0,310 = 0,1596x + 0,1289
x = Ce = 1,1342 ppm x fp 200x = 226,8342 ppm

$$X_m = \frac{(C_o - C_e) \times V \text{ larutan (L)}}{\text{Massa Karbon Aktif (g)}}$$

= $\frac{(300 \text{ ppm - } 226,8342 \text{ ppm}) \times 0,050 \text{ L}}{0,3 \text{ g}}$
= 12,1943 mg/g
 $S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M_r}$
= $\frac{12,1943 \text{ g/mg x } 6,02 \cdot 10^{23}/\text{mol x } 197 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$

2. Luas Permukaan Karbon Sekam Padi Setelah Aktivasi

$$y = 0,1596x + 0,1289$$

$$0,237 = 0,1596x + 0,1289$$

x = Ce = 0,6804 ppm x fp 200x = 226,8342 ppm

$$X_{m} = \frac{(C_{o}-C_{e}) \times V \text{ larutan (L)}}{\text{Massa Karbon Aktif (g)}}$$

$$= \frac{(300 \text{ ppm-}136,0836 \text{ ppm}) \times 0,050 \text{ L}}{0,3 \text{ g}}$$

= 27,3194 mg/g
$$S = \frac{X_{\text{m}} \cdot \text{N} \cdot \text{a}}{M_{\text{r}}}$$

$$= \frac{27,3194 \text{ g/mg} \times 6,02 \cdot 10^{23}/\text{mol} \times 197 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2}{320,5 \text{ g/mol}}$$

= 101,0895 m²/g

Lampiran 4. Perhitungan Kapasitansi Spesifik

1.	Pengaruh	Massa	Karbon	Aktif	terhadap	Proses	De	posisi	Mn	O_2
	- engai un	IT I CODEC			ver maaap		~ ~	PODIDI		~ 4

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KASP 0,4 g/MnO ₂	0,0000184	-0,0000110	0,1	0,0097
KASP 0,6 g/MnO ₂	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019
KASP 0,8 g/MnO ₂	0,0108	-0,0822	0,1	30,9914

Keterangan: Massa karbon = 0,03 g

$$Cs = \frac{Ic - Id}{v \times m}$$

a. Karbon Aktif Sekam Padi (KASP)

$$Cs = \frac{0,0000197 \text{ mA} - (-0,0000121 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

= 0,0106 mF/g

b. KASP 0,4 g/MnO₂

 $Cs = \frac{0,0000184 \text{ mA} - (-0,0000110 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$

= 0,0097 mF/g

c. KASP 0,6 g/MnO₂

$$Cs = \frac{0.0113 \text{ mA} - (-0.0652 \text{ mA})}{0.1 \text{ V/s x } 0.03 \text{ g}}$$

$$= 25,5019 \text{ mF/g}$$

d. KASP 0,8 g/MnO₂

$$Cs = \frac{0,0108 \text{ mA} - (-0,0822 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

$$= 30,9914 \text{ mF/g}$$

2.	Pengaruh	Konsentrasi	KMnO ₄	terhadap	Proses	Deposisi MnO ₂	
----	----------	-------------	-------------------	----------	--------	---------------------------	--

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KASP/MnO ₂ (KMnO4 0,002 M)	0,00088	-0,0031	0,1	1,3289
KASP/MnO ₂ (KMnO4 0,005 M)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019
KASP/MnO2 (KMnO4 0,008 M)	0,00914	-0,00663	0,1	5,2582

Keterangan: Massa karbon = 0,03 g

$$Cs = \frac{Ic - Id}{v \times m}$$

a. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,02 M)

$$Cs = \frac{0,00088 \text{ mA} - (-0,0031 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

= 1,3289 mF/g

b. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,05 M)

$$Cs = \frac{0.0113 \text{ mA} - (-0.0652 \text{ mA})}{0.1 \text{ V/s x } 0.03 \text{ g}}$$

$$= 25,5019 \text{ mF/g}$$

c. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,08 M)

$$Cs = \frac{0,00914 \text{ mA} - (-0,00663 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

$$= 5,2582 \text{ mF/g}$$

3. Pengaruh suhu terhadap Proses Deposisi MnO₂

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
$KASP/MnO_2(65 °C)$	0,0301	-0,0229	0,1	17,6597
KASP/MnO ₂ (80 °C)	0,0343	-0,0313	0,1	21,8541
KASP/MnO ₂ (95 °C)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019

Keterangan: Massa karbon = 0,03 g

$$Cs = \frac{Ic - Id}{v \times m}$$

a. KASP/MnO₂ (65 °C)

$$Cs = \frac{0,0301 \text{ mA} - (-0,0229 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

= 17,6597 mF/g

b. KASP/MnO₂ (80 °C)

$$Cs = \frac{0,0343 \text{ mA} - (-0,0313 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

$$= 21,8541 \text{ mF/g}$$

c. KASP/MnO₂ (95 °C)

$$Cs = \frac{0,0113 \text{ mA} - (-0,0652 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

$$= 25,5019 \text{ mF/g}$$

4. Pengaruh pH terhadap Proses Deposisi MnO₂

Elektroda Pasta Karbon	Ic (mA)	Id (mA)	V (Volt)	Cs (mF/g)
KASP	0,0000197	-0,0000121	0,1	0,0106
KASP/MnO ₂ (Asam)	0,0301	-0,0229	0,1	17,6597
KASP/MnO ₂ (Basa)	0,0343	-0,0313	0,1	21,8541
KASP/MnO ₂ (Netral)	0,0113	-0,0652	0,1	25,5019

Keterangan: Massa karbon = 0,03 g

$$Cs = \frac{Ic - Id}{v \times m}$$

a. KASP/MnO₂ (Asam)

$$Cs = \frac{0,0301 \text{ mA} - (-0,0229 \text{ mA})}{0,1 \text{ V/s x } 0,03 \text{ g}}$$

= 17,6597 mF/g

b. KASP/MnO₂ (Basa)

$$Cs = \frac{0.0343 \text{ mA} - (-0.0313 \text{ mA})}{0.1 \text{ V/s x } 0.03 \text{ g}}$$

= 21,8541 mF/g

c. KASP/MnO₂ (Netral)

$$Cs = \frac{0.0113 \text{ mA} - (-0.0652 \text{ mA})}{0.1 \text{ V/s x } 0.03 \text{ g}}$$

= 25,5019 mF/g

Lampiran 5. Perhitungan Ukuran Partikel

Persamaan Schrereer:

$$D = \frac{K \lambda}{\beta Cos\theta}$$

Keterangan:

- D = Ukuran partikel (nm)
- K = Faktor bentuk dari kristal (0,98)
- λ = Panjang gelombang dari sinar X (1,54056 Å)

$$\beta$$
 = Nilai FWHM (rad) = $(\beta_{ins}^2 - \beta_{match}^2)^{1/2}$

 θ = Sudut Bragg/sudut difraksi (2 θ /2)

A. Pengaruh massa KASP terhadap deposisi MnO₂

1. KASP 0,6 g/MnO₂

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
36,76	1,71	0,16	1,7025	0,0297	5,3569
64,90	0,48	0,16	1,4525	0,0079	22,6633
	14,0101				

2. KASP 0,8 g/MnO₂

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
36,98	1,60	0,16	1,5920	0,0278	5,7324
65,5	0,30	0,16	0,2538	0,0044	40.4828
Ukuran partikel rata-rata					

B. Pengaruh konsentrasi KMnO₄ terhadap deposisi MnO₂

1. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,02 M)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)	
38,14	1,14	0,16	1,1287	0,0197	8,1131	
65,38	0,68	0,16	0,6609	0,0115	15,5600	
	Ukuran partikel rata-rata					

2. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,05 M)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)	
36,76	1,71	0,16	1,7025	0,0297	5,3569	
64,90	0,48	0,16	1,4525	0,0079	22,6633	
	Ukuran partikel rata-rata					

3. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,08 M)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
37,20	0,4178	0,16	0,3859	0,0067	23,6606
64,90	0,2844	0,16	0,2351	0,0041	43,6206
			Ukuran p	artikel rata-rata	33,6206

C. Pengaruh suhu terhadap deposisi MnO₂

1. KASP/MnO₂ (65 °C)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
36,86	1,40	0,16	1,3908	0,0243	6,5592
65,80	0,96	0,16	0,9466	0,0165	10,8899
	8,7245				

2. KASP/MnO₂ (80 °C)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
36,8600	1,24	0,16	1,2296	0,0215	7,4191
64,4550	0,67	0,16	0,6506	0,0113	15,7252
	11,5721				

3. KASP/MnO₂ (95 °C)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
36,76	1,71	0,16	1,7025	0,0297	5,3569
64,90	0,48	0,16	1,4525	0,0079	22,6633
	14,0101				

D. Pengaruh pH terhadap deposisi MnO₂

1. KASP/MnO₂ (Asam)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
37,135	1,17	0,16	1,1590	0,0202	7,8775
64,560	0,52	0,16	0,4948	0,0086	20,6903
	14,2839				

2. KASP/MnO₂ (Basa)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)
37,86	0,860	0,16	0,8450	0,0147	10,8282
65,30	0,880	0,16	0,8653	0,0151	11,8788
	11,3535				

3. KASP/MnO₂ (Netral)

20	β (Instrumen)	β (Match)	β (Derajat)	β (Radian)	D (nm)		
36,76	1,71	0,16	1,7025	0,0297	5,3569		
64,90	0,48	0,16	1,4525	0,0079	22,6633		
Ukuran partikel rata-rata							

Lampiran 6. Data Hasil Karakterisasi XRD

1. Karbon Aktif Sekam Padi (KASP)

*** Basic Data Process ***

Group : Data :	Standard Chem#KASP						
# Strongest no. peak no. 1 9 2 10 3 8	3 peaks 2Theta (deg) 21.2200 22.1400 20.2200	d (A) 4.18362 4.01181 4.38821	I/I1 100 93 89	FWHM (deg) 0.00000 0.00000 0.00000	Intensity (Counts) 259 241 231	Integrated (Counts) 0 0 0	Int
<pre># Peak Data</pre>	List 2Theta (deg) 12.9500 13.4800 14.3400 15.9000 16.5200 17.7200 20.2200 21.2200 22.1400 23.3000 25.9800 27.6400 28.8800 29.8800 31.0900 34.0075 35.9700 39.5040 42.6500 44.0193 45.0900 50.1000 50.1000 50.4150 62.5250 63.4150 65.3050 67.0900 68.7623	d (A) 6.83074 6.56334 6.17160 5.56942 5.36177 5.00128 4.57180 4.38821 4.18362 4.01181 3.81464 3.65987 3.51744 3.42689 3.22473 3.08903 2.87431 2.63410 2.49475 2.37668 2.27933 2.11820 2.05543 2.00908 1.81928 1.60247 1.44575 1.42769 1.39398 1.36410	I/I1 4 5 20 25 46 79 89 100 93 86 65 51 39 15 9 3 5 7 5 20 14 5 3 16 4 5 3 16 4 5 3 25 Basic Dat	FWHM (deg) 0.50000 0.22000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000 0.3000 0.52000 0.54000 0.54740 0.39000 0.39000 0.39000 0.39000 0.39000	Intensity (Counts) 10 12 13 53 66 120 204 231 259 241 222 169 132 102 39 23 8 13 18 13 18 13 18 13 52 37 14 126 14 8 42 211 13 9 66	Integrated (Counts) 279 253 418 3474 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Int
		<pre># Data Infoma Grc Dat Sam Com Dat # Measurement X-ray tub tar vol cur Slits Aut div sca Scanning dri sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Scanning Sca Sca Sca Sca Sca Sca Sca Sca Sca Sca</pre>	tion up a ple Nmae ment condition e fet tage rent o Slit ergence sl tter slit eiving sli ve axis n range n mode n speed pling poir eat time s Conditio othing poi uction pling poir eat time s parate a2 ratio ch ferential M threhold ensity thm M ratio (ror Correce	: St : Ct : se : 2 : 02 : 02 : 02 : 02 : 02 : 02 : 02	<pre>tandard nem#KASP =rbuk 2-08-17 09:41:16 .0 (kV) .0 (mA) sed 1.00000 (deg) 0.30000 (mm) neta-2Theta 10.0000 - 70.000 ontinuous Scan 2.0000 (deg) 0.60 (sec) UTO 1 </pre>	00 (deg) n)	

2. Pengaruh Massa Karbon Aktif terhadap Proses Deposisi MnO_2

a. KASP 0,4 g/MnO₂

	***]	Basic Data	Process	* * *				
Group Data	: Sta : Che	andard em#KASPMnO2	2#04Gram					
# Strong no. pe 1 2 1 3	gest 3 j eak 10. 8 13 4	peaks 2Theta (deg) 44.0598 64.4293 37.8240	d (A) 2.05364 1.44496 2.37662	I/I1 100 67 62	FWHM (deg) 0.17400 0.19520 0.18250	Intensity (Counts) 923 622 569	Integrated (Counts) 9014 6432 6026	Int
# Peak E pe n 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	Data Li eak 10. 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 14 15 16 17	st 2Theta (deg) 27.3153 33.9744 36.0787 37.8240 39.8035 43.7200 44.0598 46.5750 57.5505 57.8505 64.0800 64.4293 64.4293 64.7200 68.5400 68.5400 68.8359 69.2603	d (A) 3.26232 2.63659 2.48749 2.37662 2.27728 2.26287 2.06881 2.05364 1.94842 1.60148 1.59262 1.45200 1.44496 1.43917 1.36798 1.36282 1.35550	I/I1 6 17 4 62 27 4 4 100 3 20 5 5 67 5 3 27 5	FWHM (deg) 0.14190 0.13710 0.12250 0.15130 0.15600 0.15600 0.17400 0.11000 0.16280 0.11710 0.18860 0.19520 0.11780 0.08720 0.18860 0.13660	Intensity (Counts) 54 157 35 569 252 35 39 923 28 186 42 42 42 622 43 31 251 50	Integrated (Counts) 446 1375 339 6026 2229 163 637 9014 298 1746 249 756 6432 417 243 2460 332	Int
	# D	*** ata Infomat Grou Data Samy Comm Date easurement X-ray tube targ	Basic Dat ion ip a ble Nmae hent & Time Condition get	ss *** : Standard : Chem#KASP : serbuk : : 02-08-17 : Cu	MnO2#04Gram 10:14:52			
voltage current Slits Auto Slit divergence slit scatter slit receiving slit Scanning drive axis scan range scan mode scan speed sampling pitch proset time				it t	: 40.0 (kV) : 30.0 (mA) : Used : 1.00000 : 0.30000 : Theta-2Th : 10.0000 : Continuou : 2.0000 : 0.2200 : 0.60 ((deg) (deg) (mm) eta - 70.0000 s Scan (deg/min) (deg) sec)	(deg)	
	# D.	ata Process Smoothing smoo B.G.Subtru samp repe Kal-a2 Sep Kal Peak Searc diff FWHN inte FWHN System err Precise pe	s Condition othing poin action bling poin eat times barate a2 ratio car ation for correct eak Correct	points ehold n-1)/n tion	[AUTO] : 13 [AUTO] : 13 : 30 [MANUAL] : 50 (%) [AUTO] : 11 : 0.050 (de : 30 (par m : 2 [NO] [NO]	g) il)		

b. KASP 0,6 g/MnO₂

*** Basic Data Process ***

Group Data	::	Standard KASP#MnO2#	06gram						
# Stronge no. pea 1 24 2 25 3 11	est ak D. l	3 peaks 2Theta (deg) 36.7600 37.3800 22.5200	d (A) 2.44293 2.40382 3.94497	1/1 100 97 90	1 FWHM (deg) 1.7100 0.0000 0.0000	Intens (Cour 00 1 00	sity Intents) (Co 102 99 92	grated unts) 7230 0 0	Int
<pre># Peak Da peak peak not 233 44 55 66 77 8 9 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 20 20 21 22 23 24 24 25 26 30 20 21 22 23 30 31 32 33 34 4 25 26 26 27 78 8 9 9 9 10 11 12 13 14 14 15 16 17 78 18 19 20 20 21 22 23 24 24 25 26 26 20 21 22 22 24 24 24 25 26 20 20 21 22 22 24 24 24 25 26 20 20 21 22 22 24 24 24 25 26 26 20 20 21 22 22 30 30 30 31 32 33 34 4 25 26 26 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20</pre>	atk • atk • (234))	List 2Theta (deg) 11.0700 11.9100 12.8433 13.9300 14.9600 16.0483 17.5000 18.5600 19.9000 21.1000 22.5200 23.6600 25.2200 23.6600 25.2200 23.6600 25.2200 20.4000 30.7800 32.0200 32.6025 34.2000 35.1000 35.1000 36.7600 37.3800 36.7600 37.3800 40.1800 40.1800 41.1400 42.5400 43.3133 44.2866 45.5900 46.3333 47.1100 48.8200 49.9525 50.9983 52.2100 53.0550 54.1833 55.2275 55.8800 56.6100 57.5700 58.3883 59.3400 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1800 60.1783	d (A) 7.98621 7.98621 7.42477 6.88724 6.35231 5.91719 5.51828 5.06365 4.27678 4.45805 4.20714 3.94497 3.757400 3.52841 3.28775 3.19079 3.03941 2.93795 2.90254 2.79291 2.74433 2.61971 2.55457 2.40382 2.31676 2.24253 2.19239 2.12342 2.08729 2.04365 1.98820 1.95802 2.9254 1.92754 1.82432 2.19239 2.12342 2.08729 2.12342 1.95802 1.92754 1.82431 1.75061 1.72470 1.66189 1.64402 1.55615 1.53135 1.50444 1.46831 1.41095 d	<pre>I/I 9 11 3 5 100 26 44 61 78 82 61 37 35 24 12 21 7 24 35 9 100 97 62 37 37 31 32 22 25 18 13 3 16 16 8 16 8 16 16 8 16 14 17 3 100 19 28 15 22 20 34 68 I/11</pre>	1 FWHM (deg) 0.1000 0.2600 0.2600 0.2800 0.2800 0.2800 0.1000 0.2800 0.1000 0.2800 0.1000 0.2800 0.2800 1.2800 1.2800 1.8400 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.9440 0.5160 0.0000 0.4600 0.4000 0.4750 0.4750 0.4750 0.0000 0.8800 0.0000 0.8800 0.0000 0.8800 0.4200 0.8800 0.4200 0.8800 0.4200 0.8800 0.3850 0.4633 0.2600 0.9900 0.1650 0.9000 0.2800 0.4800 0.4800 0.4800 0.4800 0.4800 0.4800 0.4800 0.4800 <	Intens (Cour)0 70 00 70 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00	sity Interits) (Cor 9 11 3 5 10 10 27 45 62 80 92 80 84 45 62 80 92 80 84 42 21 7 24 36 30 10 21 45 62 80 92 80 84 42 21 7 24 36 30 10 21 21 45 62 23 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 84 80 92 80 83 83 83 83 83 83 83 83 83 83	grated unts) 81 166 13 43 253 211 1552 2142 6129 0 0 0 0 0 2147 917 0 644 39 703 2231 0 7230 0 644 39 703 2231 0 7230 0 8332 0 3289 943 1180 613 557 627 282 214 613 557 627 282 214 613 557 627 282 214 613 557 627 282 214 613 557 627 282 214 613 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	Int
no. 53 54 55		(deg) 67.0600 68.4666 69.3790	(A) 1.39453 1.36927 1.35347	36 15 19	(deg) 0.96000 0.22670 0.29800	(Counts) 37 15 19	(Counts) 1609 351 385		

c. KASP 0,8 g/MnO₂

*** Basic Data Process ***

Group : Standard Data : Chem#KASPMnO2#08Gram

#	Strongest	3 peaks						
	no. peak	2Theta	d	I/I1	FWHM	Intensity	/ Integrated	I Int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
	1 11	21.8000	4.07360	100	0.00000	98	0	
	2 13	24.0000	3.70494	99	0.00000	97	0	
	3 12	22.9000	3.88036	90	0.00000	88	0	
#	Peak Data	List						
π	peak	2Theta	d	Т/Т1	FWHM	Intensity	Integrated	Int
	no.	(deg)	(A)	-/	(deg)	(Counts)	(Counts)	- INC
	1	12.0900	7.31463	4	0.06000	4	24	
	2	12.7666	6.92845	5	0.09330	5	64	
	3	13.7600	6.43040	6	0.00000	6	0	
	4	14.3790	6.15494	22	0.69800	22	734	
	5	15.3200	5.77894	14	0.72000	14	596	
	6	16.7200	5.29808	33	1.05340	32	3939	
	/	18.2000	4.8/044	57	0.00000	56	0	
	9	20 2000	4.72131	73	0.00000	72	0	
	10	20.9200	4.24293	81	0.00000	79	õ	
	11	21.8000	4.07360	100	0.00000	98	0	
	12	22.9000	3.88036	90	0.00000	88	0	
	13	24.0000	3.70494	99	0.00000	97	0	
	14	24.9200	3.57020	86	0.00000	84	0	
	15	26.1400	3.40628	66	0.00000	65	0	
	16	26.6800	3.33855	67	1.28000	66	5005	
	18	28.4000	3.14014	30	0.00000	31	1932	
	19	30.4800	2,93043	15	0.28000	15	354	
	20	31.9750	2.79674	11	0.09000	11	110	
	21	33.3090	2.68772	27	0.55800	26	937	
	22	34.1100	2.62641	27	0.62000	26	858	
	23	35.1200	2.55316	27	0.40000	26	568	
	24	35.8800	2.50080	38	0.84000	37	1378	
	25	36.9800	2.42890	80	1.60000	78	4371	
	26	37.6000	2.39026	6/	1.22000	66 E 4	4271	
	28	39 8000	2.33177	33	0 52000	32	912	
	29	40.8583	2.20685	31	0.98330	30	1505	
	30	42.2033	2.13958	22	0.56670	22	652	
	31	43.2933	2.08820	19	0.73330	19	921	
	32	44.1800	2.04833	8	0.00000	8	0	
	33	45.0200	2.01204	19	0.20000	19	553	
	34	46.3200	1.95856	8	0.16000	8	224	
	35	47.0900	1 89287	12	0.14000	10	198	
	37	49.4066	1.84318	14	0.18670	14	341	
	38	50.6600	1.80048	7	0.16000	7	110	
	39	51.6358	1.76872	15	0.18170	15	282	
	40	52.5000	1.74162	12	0.24000	12	214	
	41	53.4066	1.71418	22	0.25330	22	375	
	42	54.1925	1.69116	19	0.53500	19	656	
	43	55.4650	1 63997	24	0.32000	24	620	
	45	56.9840	1.61476	13	0.15200	13	216	
	46	58.0450	1.58775	18	0.29000	18	375	
	47	58.6266	1.57337	17	0.22670	17	236	
	48	59.9500	1.54177	23	1.06000	23	1232	
	49	62.1200	1.49302	4	0.08000	4	34	
	50	63.1966	1.47015	17	0.32670	17	331	
	51	63.8800	1.45606	16	0.26000	16	255	
	52	04.1000	1.45038	Τρ	0.36000	16	482	
	neak	2Theta	d	т/т1	FWHM	Intensity	Integrated 1	nt
	no	(deg)	(A)	T/ TT	(deg)	(Counts)	(Counts)	
	53	65.2000	1.42974	36	0.30000	35	792	
	54	66.1000	1.41243	50	1.00000	49	2866	
	55	67.2200	1.39160	20	0.00000	20	0	
	56	68.1000	1.37574	23	0.68000	23	1173	
	57	69.6625	1.34866	11	0.16500	11	162	

3. Pengaruh Konsentrasi KMnO₄ terhadap Proses Deposisi MnO₂

a. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,02 M)

	•••	Basic De	ta Process					
Group Data	: s	tenderd ASP#Mn02#	002m					
e Strong	ent 3	maska						
no. pe	ak	2Theta	d	1/11	23638	Intensity	Integrated 1	Int
n	ю.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counte)	
1 1	4	23.9000	3.72021	100	0.00000	130	0	
2 1	2	23.0200	3.86040	90	0.00000	117	2	
		24.9000	3.57303	90	0.00000	117		
# Peak D	lata L	det						
Pe	ak	2Theta	d	1/11	19050	Intensity	Integrated 1	Int
	ID.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
	1	12.0400	7.34489	25	1.08000	32	1600	
	1	13 8866	6.83599	12	0.71200	16	22.2	
	4	14,0066	5,97814	10	0.30670	13	242	
	5	15,6533	5.65663	7	0.06670	9	80	
	6	16,5800	5.34250	15	0.18000	19	342	
	7	17.8200	4.97344	28	1.24000	37	2361	
		19.3600	4.58116	49	1.64000	64	4563	
		20.6400	4.92722	83	0.00000	108		
î	1	21.6000	4.11087	88	0.00000	115	õ	
1	2	22,2800	3,98692	88	0.00000	114	0	
1		23.0200	3.86040	90	0.00000	117	0	
1	4	23.9000	3.72021	100	0.00000	130	0	
1	5	24.9000	3.57303	90	0.00000	117	2	
	77	26.7200	3.33364	41	1 36000	53	4767	
i		29,0390	3.07248	20	0.77800	26	987	
1	2	29.7400	3.00164	13	0.13340	17	228	
2	0	30.4666	2,93168		0.14670	10	211	
2	1	31.4200	2.84487	5	0.10000	7	44	
2	2	32.3326	2.76662		0.08130		23	
		34,2700	2.69629	14	0.20000	19	306	
2	5	35,2175	2.54632	12	0.35500	15	280	
2	6	36.7200	2.44550	62	1.69500	81	5304	
2	7	37.4400	2.40011	41	0.00000	53	0	
2		38.1400	2.35765	35	1.14000	45	2878	
2	9	39.4200	2.28400	19	0.58400	25	782	
	1	40.9200	2.20367	10	0.66000	13	508	
3	2	41.5000	2.17420	6	0.17720		109	
3	3	43.0400	2.09991	10	0.56000	13	586	
3	4	44.3533	2.04073	€	0.13330		98	
2	5	45.9366	1.97401	4	0.03330	5	16	
	77	46.6533	1.94534	2	0.22670	12	218	
5		48,1716	1,88751	10	0.17670	13	177	
3	9	49.2033	1.85032	17	0.42670	22	535	
4	0	50.0733	1.82019	19	0.41330	25	593	
4	1	51.1150	1.78551	11	0.15000	14	242	
4	2	51.7800	1.76413		0.04000	4	52	
		54,7433	1.73655	14	0.43000	17	474	
	5	55,3083	1.65965	5	0.11670	7	58	
4	6	56.2566	1.63390	7	0.24670	2	145	
4	7	58,1900	1.58413	13	0.71340	17	654	
4		59.1600	1.56045	12	0.24000	15	215	
•	9	60.1050	1.53816	13	0.27000	17	288	
per e la	244	beta	a	1/17	PROM	Interative	Integrated	Int
no.	(d	eq)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counte)	
50	61	.2191	1.51281	5	0.06830		28	
51	62	6950	1.48070		0.33000	10	184	
52	64	3625	1.44630	18	0.86500	24	1036	
53	65	.3800	1.42623	32	0.68000	42	1706	
54	66	. 1000	1.41243	25	0.00000	32	0	
55	66	. 6575	1.40197	27	0.35500	35	1296	
56	67	. 8000	1.38110	7	0.00000	9	0	

b. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,05 M)

 Basic	Dete	Process	

<pre># Strongest 3 peaks no. geak 2Thets 1 24 36.7600 2.44293 100 1.71000 102 2 25 37.3800 2.40322 97 0.00000 99 1 1 22.5200 3.94497 90 0.00000 99 1 1 22.5200 3.94497 90 0.00000 99 1 1 11.0700 7.98621 9 0.10000 11 Interaity Integrated Int (Counts) 1 1.1.0700 7.98621 9 0.10000 11 155 1 1.0700 7.98621 9 0.10000 11 155 1 1.0700 7.98621 9 0.10000 15 43 1 1.1.0700 7.98621 9 0.10000 15 43 1 1.2.0700 5.06155 28 0.0000 10 223 4 13.9300 6.25231 5 0.10000 15 43 6 14.0482 5.51828 10 0.19670 110 223 6 14.0482 5.51828 10 0.19670 10 223 8 18.5600 4.77678 44 1.23000 45 2242 9 19.9000 4.45505 61 1.84000 45 2142 9 19.9000 4.45505 61 1.84000 45 2142 9 19.9000 4.45505 61 1.84000 45 2142 9 19.9000 4.45505 61 1.84000 45 2142 1 22.1200 4.20714 78 0.00000 80 0 11 22.1200 4.20714 78 0.00000 80 0 12 23.6600 3.75740 78 0.00000 80 0 13 22.2600 3.52841 82 0.00000 48 0 14 25.4200 3.15826 61 0.0000 80 0 15 27.1000 3.24877 90 0.00000 80 0 13 22.2000 3.52841 82 0.00000 84 0 14 25.4200 3.15828 12 0.00000 84 0 15 27.1000 3.228775 37 0.00000 84 0 15 27.1000 3.228775 37 0.00000 84 0 15 27.1000 3.228775 37 0.00000 12 0 13 30.7800 2.90254 21 0.44000 7 39 20 22.002 2.77291 7 0.04000 7 39 2 13 30.7800 2.90254 79 0.00000 12 0 14 22.4205 2.74433 24 0.45500 24 703 22 32.5000 2.55457 29 0.00000 12 0 13 30.7800 2.90254 77 0.04000 7 39 2 24 32.600 2.40382 97 0.04000 7 39 2 24 32.5000 2.55457 29 0.04000 13 0 22 42.500 2.40382 97 0.04000 7 39 2 24 3.5.000 2.55457 29 0.00000 12 0 7230 26 3.5.1000 2.55457 29 0.00000 12 0 7230 26 3.5.1000 2.55457 29 0.00000 13 0 30 24 32.122 2.577 33 44.2340 2.12242 31 0.5.2000 13 0 30</pre>	Group . Dete .	Standard XASP#Mn02#0	6gram				
mo. peak 27msta d I/11 PMEM Intermeity Integrated Int nn. (deg) (Counts) (Counts) (Counts) (Counts) (Counts) 1 24 36.7680 2.44292 100 1.7100 102 7230 2 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 92 0 3 11 22.5201 3.94497 90 0.00000 92 0 1 11.0700 7.98621 9 0.150000 9 81 1 11.0700 7.98621 9 0.16000 9 81 3 12.8433 6.807247 10 0.2211 16 10 221 3 12.8433 5.81282 10 0.13670 10 221 7 7.5000 5.06265 26 0.8000 80 0 12 22.5200 3.94497 90 0.00000 80 0	e Strongenet	1 mesks					
Inc. (deg) (A) (deg) (Counts) (Counts) 1 2 25 37.3800 2.44393 100 1.71000 102 7230 3 11 22.520 3.94497 90 0.00000 92 0 # Peak Ints List (deg) (Counts) Integrated Int mo. (deg) (A) (A) (deg) (Counts) (Dents) 1 11.6700 7.94621 9 0.15000 11 146 3 12.2.4437 6.80724 3 0.04670 3 13 4 13.930 6.35231 5 0.12000 10 253 6 14.0483 5.51828 10 0.34670 10 251 7 7.5000 5.06345 26 0.80000 27 1552 8 18.560 4.77678 44 1.28000 42 2142 9 19.0000 <td>no. peak</td> <td>ZTheta</td> <td>d</td> <td>1/11</td> <td>29638</td> <td>Intensity</td> <td>Integrated Int</td>	no. peak	ZTheta	d	1/11	29638	Intensity	Integrated Int
1 24 2:5:77.360 2:44293 100 1:75000 102 7:220 3 111 22.5200 3.94497 90 0.00000 92 0 * Peak Data List peak 2Thets d 1/11 PHOM Intensity Integrated Int (Geg) (A) (Geg) (Counts) (Counts) 1 11.0700 7.98221 9 0.10000 9 81 3 12.4433 6.88724 3 0.04470 3 13 4 12.9433 6.88724 3 0.04470 3 13 5 14.9600 5.91719 10 0.28000 10 253 6 16.04425 5.51282 10 0.13670 10 251 7 17.5000 4.76778 44 1.28000 45 2532 8 18.5600 4.77678 44 1.28000 45 2132 9 19.9000 4.45805 61 1.3.44000 62 6129 10 21.1000 4.20714 78 0.00000 80 0 11 22.5200 3.52841 82 0.00000 84 0 12 23.5200 3.52841 82 0.00000 84 0 13 25.2200 3.52841 82 0.00000 84 0 14 25.4203 3.03497 90 0.00000 12 0 14 22.4203 3.03491 24 0.55600 24 703 15 27.0003 3.28775 37 0.00000 12 0 16 27.9400 3.19079 35 0.94400 36 2231 17 23.52200 2.57441 73 0.44000 21 644 20 32.0200 2.97925 12 0.00000 12 0 13 30.7800 2.90254 21 0.44000 21 644 20 32.0200 2.979254 21 0.44000 21 644 20 32.0200 2.579254 21 0.44000 21 644 20 32.0200 2.5457 29 0.00000 30 0 24 3.6700 2.44293 100 1.71000 192 0 24 4.2640 2.1275 37 0.00000 32 9 25 37.3800 2.4025 37 0.00000 32 9 26 38.8400 2.12845 33 0.00000 32 9 26 38.8400 2.12845 33 0.3000 12 291 27 40.1800 2.24557 29 0.00000 32 9 28 41.1400 2.1929 32 0.43000 12 291 29 42.5400 1.98120 22 0.43000 13 294 30 42.3477 13 0.4000 22 557 33 46.3333 1.95802 25 0.36000 32 9 30 0 24 43.56.5100 1.62854 33 0.52000 13 77 30 42 5.5800 1.98120 22 0.43000 13 291 31 44.2864 2.04462 33 0.53000 13 406 30 5.2550 1.72470 15 0.58000 13 77 30 42 5.5800 1.98271 10 0.58000 13 77 45 5.838831 1.57921 39 0.36000 15 07 31 40 45 5.59770 1.59771 10 0.5600	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counte)	(Counte)
2 25 37.3000 2.40382 97 0.00000 92 0 * Peak Dista Construction 90 0.00000 92 0 * Peak 2Theta d I/11 PEOR Integrated Integrated Integrated 10. (deg) (A) (A) (counta) (counta) (counta) 2 11.0100 7.98621 9 0.16000 11 146 2 14.9600 5.91713 10 0.24000 10 253 4 13.9100 6.25221 5 0.10000 10 253 6 14.9400 5.51828 10 0.19670 10 2210 9 19.900 4.4505 1.18400 62 6229 10 221.000 3.48477 90 0.00000 80 0 11 22.00 3.75440 70 0.00000 80 0 12 22.3660<	1 24	36.7600	2.44293	100	1.71000	102	7230
3 1.1 22.5200 3.94497 90 0.00000 92 0 * Peak Theta d I/I1 PEGM Integrated Integrated Integrated Integrated Integrated 1 11.070 7.98621 9 0.15000 9 81 3 12.8433 6.88724 3 0.04670 3 13 5 14.9600 5.91713 10 0.28000 100 2231 6 16.0483 5.51282 10 0.19670 10 211 7 17.5000 4.25005 61 1.84000 62 6229 11 22.5200 3.94497 90 0.00000 80 0 12 23.6600 3.1979 35 0.94400 36 2247 13 25.2200 3.29778 37 0.00000 84 0 14 26.4400 3.6206 1 0.90000 16 2147	2 25	37.3800	2.40382	97	0.00000	99	0
Peak Data List prink 2Theta d 1/11 PERM Intensity Integrated Int (Counts) 1 11.0700 7.94621 9 0.10000 9 81 2 11.9100 7.42477 11 0.26000 13 366 3 12.8433 6.80724 3 0.04670 3 33 4 13.900 6.35231 5 0.10000 5 43 5 14.9600 5.91719 10 0.28000 10 233 6 16.0483 5.51828 10 0.19670 10 213 9 19.900 4.45805 61 1.84000 62 6239 10 21.1000 4.20714 78 0.00000 80 0 11 22.5200 3.75740 78 0.00000 82 0 12 23.6600 3.19079 35 0.94400 36 21477 13 30.7000 3.29775	3 11	22,5200	3.94497	90	0.00000	92	0
peak 2Theta d I/11 PMEM Interactly (Counts) 1 11.0700 7.98621 9 0.10000 9 81 2 1.0200 7.98621 9 0.10000 10 23 2 1.0200 6.35221 5 0.10000 5 43 4 12.9433 6.35221 5 0.10000 10 233 4 13.9300 6.35221 5 0.10000 10 233 6 16.0483 5.51823 10 0.19670 10 211 7 7.5000 5.0636 26 0.38000 27 1552 8 18.5600 4.77678 44 1.28000 46 0 12 22.6600 3.75740 78 0.00000 80 0 13 27.1060 3.26320 61 0.00000 12 0 14 26.4400 3.26320 61 0.00000 12	# Peak Date	List					
nc. (deg) (A) (Counts) (Counts) 1 11.0700 7.94621 9 0.10000 9 11 2 11.9100 7.42477 11 0.26000 11 166 3 12.8423 6.84724 3 0.04670 3 13 4 13.9300 6.35231 5 0.10000 5 43 5 14.9600 5.91713 10 0.19670 10 211 7 17.5000 5.06365 26 0.88000 27 1552 8 18.5600 4.77673 44 1.28000 45 2142 9 19.9000 4.45805 61 1.84000 62 6129 10 21.1000 4.25074 73 0.00000 80 0 11 22.5200 3.95447 90 0.00000 80 0 12 25.6600 3.97740 73 0.00000 80 0 13 25.2200 3.95441 82 0.00000 84 0 14 26.4400 3.52775 7 16 27.9400 3.19275 37 0.00000 42 0 16 27.9400 3.92975 32 0.94400 36 2147 17 29.5220 3.9241 82 0.00000 42 0 16 27.9400 3.92775 37 0.00000 32 0 16 27.9400 3.92973 25 0.94400 36 2147 17 29.5220 3.9241 82 0.00000 12 0 16 27.9400 3.92973 25 0.94400 36 2147 17 29.5220 3.9241 82 0.00000 12 0 18 0.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7920 3.02941 24 0.5160 24 937 19 30.7400 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7920 3.29254 21 0.46000 21 644 20 32.0200 2.79291 7 0.04000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.0000 2.51457 29 0.00000 30 0 24 403 25 37.3800 2.55457 29 0.00000 30 0 26 38.322 27 40.1800 2.55457 29 0.00000 30 0 28 41.1400 2.12234 31 0.64000 21 644 20 32.0200 2.79291 7 0.00000 30 0 28 41.1400 2.12234 31 0.68000 32 94 29 42.5400 2.1254 27 0.00000 30 0 28 41.1400 2.12239 32 0.03300 32 41 30 43.2133 2.0873 32 0.05330 33 1180 31 44.2333 2.0873 32 0.05330 32 613 32 45.5900 1.79820 32 0.83330 32 613 33 46.333 1.9820 22 0.42000 32 943 30 43.2133 2.0873 32 0.8330 33 1180 31 44.2346 2.04355 23 0.53330 32 613 32 45.5900 1.79912 16 0.46320 16 406 39 52.2100 1.75061 8 0.26000 13 0 40 43.2133 2.0873 32 0.83500 13 77 45 68.8300 1.64402 3 0.02000 13 214 46 59.3400 1.5274 18 0.16000 13 77 45 68.3323 1.52973 10 0.06000 10 77 45 68.3323 1.52973 10 0.06000 10 77 45 68.3323 1.52973 10 0.026000 10 77 45 68.3323 1.52973 10 0.02000 13 204 46 59.3400 1.53642 15 0.00000 13 204 47 60.3800 1.53642 15 0.00000 13 00 48 60.4000 1.53125 15 0.24000 15 02 49 61.5266 1.54447 22 0.44670 22 804	peak	2Theta	d	1/11	19638	Intensity	Integrated Int
1 11.0700 7.98622 9 0.10000 9 81 2 11.9700 7.242477 11 0.26000 11 166 3 12.8433 6.88724 3 0.04670 3 13 4 12.9300 6.35231 5 0.10000 10 253 6 14.0480 5.51823 10 0.19670 10 211 7 7.5000 5.06365 26 0.88000 27 1552 8 18.5600 4.77678 44 1.28000 45 2142 9 19.9000 4.45805 61 1.84000 62 6129 10 21.5000 3.94497 90 0.00000 80 0 12 23.6600 3.75740 78 0.00000 42 0 13 25.2040 3.03941 24 0.51600 21 644 20 32.0224 10.04000 7 39 0 <td>no.</td> <td>(deg)</td> <td>(A)</td> <td></td> <td>(deg)</td> <td>(Counts)</td> <td>(Counte)</td>	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counte)
2 11.9100 7.42477 11 0.26000 11 166 3 12.8473 6.81724 3 0.04670 3 13 4 13.9300 6.35213 5 0.10000 5 43 5 14.9600 5.51828 10 0.19670 10 233 6 16.0483 5.51828 10 0.19670 10 211 7 17.5000 5.06365 26 0.80000 27 1552 8 18.5600 4.77678 44 1.28000 45 2142 9 19.9000 4.45805 61 1.84000 62 610 11 22.5200 3.53841 82 0.00000 80 0 12 23.6600 3.75740 78 0.00000 18 0 14 26.4400 3.28775 37 0.00000 14 2147 17 29.32420 3.03941 24 0.51600 24 917 18 30.4000 2.93795 12 0.40000	1	11.0700	7.98621	9	0.10000	9	81
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	2	11.9100	7.42477	11	0.26000	11	166
4 13.9000 6.3521 5 0.10000 5 4.3 5 14.9600 5.5123 10 0.19670 10 233 6 16.0443 5.51224 10 0.19670 10 211 7 17.5000 5.6365 26 0.8000 27 1552 8 18.5600 4.77678 44 1.28000 45 2142 9 13.9000 4.45805 61 1.84000 62 6129 10 21.1000 4.20714 78 0.00000 92 0 11 22.5200 3.52841 82 0.00000 64 0 12 25.2200 3.52841 82 0.00000 14 0 14 26.4400 3.6830 61 0.00000 12 0 15 27.1000 3.29775 12 0.00000 12 0 15 27.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 12 30.7800 2.93795 12 0.00000	3	12.8433	6.88724	2	0.04670	2	11
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	4	13.9300	6.35231	5	0.10000	5	43
6 16 0.436 5.51223 10 0.136 20 213 7 17.5000 5.61265 26 0.80000 27 1552 8 18.5600 4.77678 44 1.23000 45 2142 9 19.9000 4.48055 61 1.44000 62 6123 10 21.1000 4.20714 78 0.00000 90 0 11 22.5200 3.52841 82 0.00000 62 0 12 25.2600 3.28775 37 0.00000 38 0 14 26.4400 3.18079 35 0.94400 36 2147 17 29.320 3.03941 24 0.51600 24 397 18 30.4000 2.93795 12 0.4000 7 39 21 24.6200 2.61971 31.14600 24217 23	5	14.9600	5.91719	10	0.28000	10	253
7 17.5000 5.06245 26 0.80000 45 2142 9 19.9000 4.65805 61 1.84000 62 6129 10 21.1000 4.20714 78 0.00000 80 0 11 22.5200 3.94497 90 0.00000 92 0 12 23.6600 3.75740 78 0.00000 80 0 12 25.2200 3.52841 82 0.00000 84 0 14 26.4400 3.6830 61 0.00000 24 917 15 27.1000 3.28775 37 0.00000 24 917 18 20.4000 2.93795 12 0.04000 21 644 20 32.0200 2.93291 7 0.04000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.45000 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14660 36 2231 23 35.1000 2.55457 29 0.00000	6	16.0483	5.51828	10	0.19670	10	211
B 18.5600 4.7778 44 1.28000 45 2142 10 21.1900 4.20714 78 0.00000 80 0 11 22.5200 3.94497 90 0.00000 92 0 12 23.6400 3.75740 78 0.00000 84 0 12 23.6400 3.6820 61 0.00000 84 0 14 26.4400 3.6820 61 0.00000 24 0 15 27.1000 3.28775 37 0.00000 24 217 18 30.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7800 2.03941 24 0.45000 24 703 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14660 36 2231 23 35.1000 2.55457 29 0.00000 <	7	17.5000	5.06365	26	0.88000	27	1552
9 19.9000 4.45805 61 1.84000 62 6129 11 22.5200 3.94497 90 0.00000 80 0 12 23.6600 3.75740 78 0.00000 84 0 12 23.6600 3.52841 82 0.00000 84 0 14 26.4400 3.28775 37 0.00000 38 0 15 27.1000 3.28775 37 0.00000 34 0 16 27.9400 3.19079 35 0.94400 24 217 18 30.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7800 2.90254 21 0.44000 24 703 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.44660 36 2231 23 35.1000 2.55457 29 0.00000		18.5600	4.77678	44	1.28000	45	2142
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	9	19.9000	4.45805	61	1.84000	62	6129
11 22.5200 3.94497 90 0.00000 92 0 13 25.2200 3.52841 82 0.00000 84 0 14 26.4400 3.36830 61 0.00000 84 0 15 27.1000 3.28775 37 0.00000 36 214 16 27.9400 3.13979 35 0.94400 36 2147 17 29.3620 3.03941 24 0.51600 24 917 18 30.4000 2.93795 12 0.00000 72 0 20 32.0202 2.97291 7 0.44000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.55457 29 0.4000 7 39 0 23 35.1000 2.44293 100 1.71000 102 7230 24 36.7660 2.44293 100 1.71000 32 943 24 36.7660 2.34253 37	10	21.1000	4.20714	7	0.00000	80	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	11	22.5200	3.94497	90	0.00000	92	
1.3 25.2200 3.32841 B2 0.00000 64 0 14 26.4400 3.28775 37 0.00000 62 0 15 27.1000 3.28775 37 0.00000 38 0 16 27.9400 3.19079 25 0.94400 24 917 18 30.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7800 2.90254 21 0.46000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.55457 25 0.00000 30 0 24 36.7000 2.44293 100 1.71000 102 7230 25 37.3800 2.40382 9 0 0 0 0 25 37.1800 2.12742 31 0.60000 38 0 0 26 38.4400 2.13233 37 0.00000 38 0 0 26 38.4400 2.12342	12	23.6600	3.75740	7	0.00000	80	
14 26.4400 3.34030 61 0.00000 62 0 15 27.000 3.19079 35 0.94400 36 2147 17 29.3620 3.03941 24 0.51600 24 917 18 30.4000 2.90254 21 0.46000 21 644 20 32.0200 2.90254 21 0.46000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.45700 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14660 36 2231 23 35.1000 2.625457 29 0.00000 30 0 24 36.7600 2.40382 97 0.00000 38 0 26 38.8400 2.12176 62 1.88000 613 8332 27 40.1800 2.12342 31 0.60000 32 943 30 43.1332 2.00729 32 0.63330 33 1180 28 41.1400 2.19239 43 1.52	13	25.2200	3.52841	82	0.00000	84	
15 27.1000 3.12075 37 0.00000 340 0 16 27.9400 3.19079 35 0.94400 36 2147 17 29.3620 3.03941 24 0.51600 24 917 18 30.4000 2.93795 12 0.40000 21 644 20 32.0200 2.79291 7 0.40000 7 39 21 32.6025 2.74423 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.65457 29 0.00000 30 0 24 36.7600 2.44293 100 1.71000 102 7230 25 37.3800 2.4623 37 0.00000 39 0 26 38.8400 2.12342 31 0.52000 38 3229 29 42.5400 2.12342 31 0.5200 33 1180 30 43.3133 2.0872 0.35330 33	14	26.4400	3.36830	61	0.00000	62	
16 27.3400 3.13073 15 0.34400 36 2147 17 23.3620 3.03941 24 0.51600 24 917 18 30.4000 2.93795 12 0.00000 12 0 19 30.7000 2.90254 21 0.46000 7 39 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14660 36 2211 23 35.1000 2.40382 97 0.00000 30 0 24 36.7600 2.44293 100 1.71000 102 7230 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 38 0 26 38.400 2.12342 37 0.00000 32 943 30 43.3133 2.0872 32 0.83320 33 1140 28 41.1400 2.19234 31 0.60000	15	27.1000	3.28775	37	0.00000	38	
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	16	27.9400	3.19079	35	0.94400	36	2147
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	17	29.3620	3.03941	24	0.51600	29	917
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	18	30.4000	2.93795	12	0.00000	12	
21 32.6020 2.79321 7 0.04000 7 35 21 32.6025 2.74433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14660 36 2231 23 35.1000 2.55457 29 0.00000 30 0 24 36.7600 2.44293 100 1.7100 102 7230 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 38 0 26 38.8400 2.31676 62 1.88000 63 8332 27 40.1800 2.12242 31 0.68000 32 943 29 42.5400 2.12242 31 0.68000 32 943 30 43.3133 1.95802 22 0.42000 22 537 31 44.326 2.04252 0.53330 33 1100 31 44.3333 1.95802 22 0.42000 24 623 32 45.5900 1.98820 22 0.42000 <td< td=""><td>19</td><td>30.7800</td><td>2.90254</td><td>21</td><td>0.46000</td><td>21</td><td>644</td></td<>	19	30.7800	2.90254	21	0.46000	21	644
11 32.0025 1.70433 24 0.47500 24 703 22 34.2000 2.61971 35 1.14460 36 2231 23 35.1000 2.55457 29 0.00000 30 0 24 36.7600 2.44233 100 1.71000 102 7230 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 99 0 26 38.8400 2.31676 62 1.88000 63 8232 27 40.1800 2.24253 37 0.00000 38 0 28 41.1400 2.19239 43 1.52000 44 3289 29 42.5400 2.19242 31 0.6000 32 943 30 43.3133 2.08729 32 0.85330 33 1180 21 44.2866 2.04365 23 0.53320 22 557 33 46.3333 1.95802 25 0.36000<	20	32.0200	2.79291	-	0.04000		4.9
22 34.2000 2.55457 29 0.0000 30 0 24 36.7600 2.44293 100 1.71000 102 7230 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 99 0 26 38.8400 2.31676 62 1.88000 63 8332 27 40.1800 2.19239 43 1.52000 44 3289 29 42.5400 2.19239 43 1.52000 44 3289 29 42.5400 2.19242 31 0.6000 32 943 30 43.2133 2.08729 32 0.85330 33 1180 31 44.2866 2.04365 23 0.53330 23 613 32 45.5900 1.98202 22 0.42000 22 557 32 46.3333 1.95802 25 0.36000 18 282 35 48.8200 1.86394 13 0.08000 12 214 36 52.2100 1.73921 16	21	32.6025	2.799.33	29	0.47500	29	70.3
14 36.7600 1.43423 100 1.7100 102 7230 25 37.3800 2.40382 97 0.00000 99 0 26 38.8400 2.31676 62 1.88000 63 8332 27 40.1800 2.24253 37 0.00000 38 0 28 41.1400 2.19239 43 1.52000 44 3289 29 42.5400 2.12342 31 0.68000 32 943 30 43.3333 1.98820 22 0.85330 33 1180 31 44.2866 2.04365 23 0.53330 23 613 32 45.5900 1.98820 22 0.42000 22 537 33 46.3333 1.95802 25 0.36000 18 282 34 47.1100 1.92754 18 0.16000 13 214 36 49.9525 1.82431 16 0.38500 16 666 37 50.9993 1.79932 16	22	34.2000	2.61971	33	1.14660	30	2241
26 36.7.8000 2.40122 97 0.00000 99 0 26 38.8400 2.31676 62 1.88000 63 8232 27 40.1800 2.24253 37 0.00000 38 0 28 41.3400 2.19239 43 1.55200 44 3289 29 42.5400 2.12342 31 0.68000 32 943 30 43.3133 2.09729 32 0.85330 33 1180 31 44.2866 2.04365 23 0.53320 23 613 32 46.3333 1.95802 22 0.42000 22 557 34 47.1100 1.92754 18 0.16000 18 282 34 47.1100 1.92754 18 0.26000 16 606 37 50.9982 1.82431 16 0.38500 16 406 38 82.2000 1.79932 16 0.46330 16 406 38 52.2755 1.82431 16	24	35.2000	2.00407	100	1 71000	100	7770
125 37,1000 1.0000 37 0 26 38,8400 2.31676 62 1.8000 63 8332 27 40.1800 2.24253 37 0.00000 38 0 28 41.1400 2.19239 43 1.52000 44 3289 29 42.5400 2.12342 31 0.60000 32 943 30 43.2133 2.09729 32 0.85330 33 1180 31 44.2866 2.04165 21 0.53330 23 613 32 45.5900 1.98820 22 0.42000 22 557 33 46.3333 1.95802 25 0.36000 18 282 35 48.8200 1.86394 13 0.08000 13 214 36 49.9525 1.82431 16 0.38500 16 406 38 52.2100 1.78932 16 0.46330 16 405 39 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495	29	35.7600	2.442.93	100	0.00000	102	1210
10 10<	20	37.3600	2.40382	62	1 88000	67	8333
28 41.1400 2.12239 43 1.50000 44 3289 29 42.5400 2.12242 31 0.68000 32 943 30 43.1333 2.08729 32 0.85330 33 1180 31 44.2866 2.0425 23 0.53330 33 1180 31 44.3866 2.0425 23 0.53330 23 613 32 45.5900 1.98820 22 0.42000 22 557 33 46.3333 1.95802 25 0.36000 18 282 34 47.1100 1.92754 18 0.16000 18 282 35 48.6200 1.86194 13 0.08000 16 606 37 50.9903 1.78932 16 0.46230 16 406 38 52.2100 1.75061 8 0.26000 8 160 39 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1833 1.69142 14 0.	25	40.3800	2.31676	17	0.00000		
1 61.1400 1.12142 1 0.6000 32 943 20 42.5400 2.12242 31 0.6000 32 943 30 43.1333 2.08729 32 0.85330 33 1140 31 44.2866 2.04365 23 0.53330 23 613 32 45.5900 1.98802 22 0.42000 22 557 33 46.3333 1.95802 25 0.36000 26 627 34 47.1100 1.92754 18 0.16000 18 282 35 48.8200 1.86394 13 0.08000 13 224 36 49.9525 1.82431 16 0.38500 16 406 38 52.2100 1.75051 8 0.26000 16 495 40 54.1333 1.69142 14 0.19320 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.0	28	41 1400	2 10230	41	1 52000	44	3388
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	20	47 5400	3 13343		0 68000	12	047
10 63.4333 1.00125 21 0.53330 13 1.100 11 44.2066 2.04125 21 0.53330 23 613 12 45.5900 1.98820 22 0.42000 22 537 13 46.3333 1.95802 25 0.36000 26 627 14 47.1100 1.92754 13 0.08000 13 214 16 49.9525 1.82431 16 0.38500 16 606 17 50.99933 1.78932 16 0.46320 16 406 18 52.2100 1.75061 8 0.26000 8 160 19 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 435 40 54.1333 1.69142 14 0.19330 14 255 41 55.275 1.66189 17 0.16600 17 279 42 55.8000 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0	20	43, 31,33	2 00729	33	0.85330	33	1100
12 45,5900 1.98820 22 0.34200 22 557 23 46,3333 1.95802 25 0.36000 26 627 34 47,1100 1.92754 18 0.16000 18 282 35 48.8200 1.86394 13 0.60000 13 214 36 49.9525 1.82431 16 0.38500 16 606 37 50.9983 1.78932 16 0.46330 16 406 38 52.2100 1.75051 8 0.26000 8 160 39 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1833 1.69142 14 0.19330 14 255 41 55.2275 1.64162 3 0.00000 3 0 42 55.64100 1.62454 10 0.28000 10 291 44 57.5700 1.59971 10 0.60000	31	44 7866	2 04365	23	0.53330	22	613
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	37	45 5900	1 98820	22	0 42000	22	55.7
14 47.1100 1.92754 18 0.14000 18 222 25 48.6200 1.86294 13 0.08000 13 214 26 49.9525 1.82431 16 0.36500 16 606 27 50.9932 1.78922 16 0.46320 16 406 28 52.2100 1.75061 8 0.26000 8 160 29 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1333 1.69142 14 0.19320 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.8800 1.62454 10 0.28000 10 391 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 371 44 57.5700 1.59971 10 0.6000 10 77 45 58.38431 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48	33	46 3333	1 95802	25	0 36000	76	627
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	34	47,1100	1.92754	18	0.16000	10	282
$\begin{array}{cccccccccccccccccccccccccccccccccccc$	35	48.8200	1.06394	11	0.08000	13	214
17 50.9921 1.78932 16 0.46330 16 406 28 52.2100 1.75061 8 0.26000 8 160 29 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1833 1.69142 14 0.19320 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.8800 1.64402 3 0.00000 3 0 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.6000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55635 28 0.48000 29 1087 47 60.40000 1.53135 15 0.24000 15 02 48 60.40000 1.53135 15 0.24000 15 102 49 61.5966 1.50444 22 0.44670	36	49.9575	1 82431	16	0.38500	16	606
38 52,2100 1.75061 8 0.26000 8 160 29 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1333 1.69142 14 0.19330 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.8800 1.64402 3 0.00000 3 0 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.4000 1.53125 15 0.24000 15 02 48 60.4000 1.53125 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670	37	50,9983	1.78932	16	0.46330	16	406
29 53.0550 1.72470 16 0.59000 16 495 40 54.1833 1.69142 14 0.19330 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.8800 1.64402 3 0.00000 3 0 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 291 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	38	52,2100	1.75061		0.26000		160
40 54.1833 1.69142 14 0.19330 14 255 41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.6800 1.64402 3 0.00000 3 0 42 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53642 15 0.20000 15 02 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 102 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	39	53,0550	1.72470	16	0.59000	16	495
41 55.2275 1.66189 17 0.16500 17 379 42 55.8800 1.64402 3 0.00000 3 0 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3882 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.4000 1.53642 15 0.00000 15 00 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 102 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	40	54,1833	1.69142	14	0.19330	14	255
42 55.8800 1.64402 3 0.00000 3 0 43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	41	55.2275	1.66189	17	0.16500	17	379
43 56.6100 1.62454 10 0.28000 10 391 44 57.5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53135 15 0.24000 15 302 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	42	55,8800	1.64402	3	0.00000		0
44 57,5700 1.59971 10 0.06000 10 77 45 58,3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59,3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	43	56,6100	1.62454	10	0.28000	10	291
45 58.3883 1.57923 19 0.37670 19 386 46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.4000 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	44	57,5700	1.59971	10	0.06000	10	77
46 59.3400 1.55615 28 0.48000 29 1087 47 60.1800 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	45	58.3883	1.57923	19	0.37670	19	386
47 60.1800 1.53642 15 0.00000 15 0 48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	46	59,3400	1.55615	28	0.48000	29	1087
48 60.4000 1.53135 15 0.24000 15 302 49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	47	60,1800	1.53642	15	0.00000	15	0
49 61.5966 1.50444 22 0.44670 22 804	48	60.4000	1.53135	15	0.24000	15	302
	49	61.5966	1.50444	22	0.44670	22	804

peak no.	2Theta (deq)	d (A)	1/11	PREM (deq)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)	Int
50	63.2850	1.46831	20	0.55000	20	671	
51	64.9000	1.43562	34	0.48000	35	1064	
52	66.1783	1.41095	68	1.33670	69	3713	
53	67.0600	1.39453	36	0.96000	37	1609	
54	68.4666	1.36927	15	0.22670	15	351	
55	69.3790	1.35347	19	0.29800	19	385	

c. KASP/MnO₂ (KMnO₄ 0,08 M)

···· Basic Data Process ····

	· Basic Dat	Process					peak	t 2Theta	d	1/11	PREM	Intensity	Integrated Int
Group .	Standard						50	25.878	3.44009	53	0.21070	42	478
Data	KASP#Mn02#0	00 Bm					51	26.1654	3.40303	45	0.24510	36	427 241
# Strongest	3 peaks		- /	1107-10			53	26.8026	3.32355	30	0.14810	24	215
no. peak	(deg)	(A)	1/11	(deg)	(Counts)	(Counts)	55	27.5854	3.23097	39	0.08870	31	163
1 84	36.5218	2.45832	100	0.23640	80	1355	57	28.2450	3.13186	20	0.14000	16	108
3 85	36.7600	2.44293	95	0.00000	76	0	58	28.6525	3.11304	16	0.05500	13	41
# Peak Data	List						60	29.3010	3.04560		0.02200	6	7
peak no.	2Theta (dec)	(A)	1/11	(dec)	(Counts)	Integrated Int (Counts)	62	29.8545	2.99034	20	0.04580	15	46
1	10.4000	8.49915	5	0.02000	4	4	63	30.1553	2.96125	25	0.12290	20	143 204
2	10.8399	7.91232	53	0.16780	47	349	65	31.057	2.87724	21	0.19500	17	180
4	11.6316	7.60185	41	0.13180	33	243	67	31.6120	2.82795	23	0.09430	18	125
6	12.1028	7.30692	38	0.11430	30	273	69	31.9433	2.79946	15	0.09770	12	153
7	12.3757	7.03191	45	0.19140	24	197	70	32.775	2.73026	46	0.12150	37	340
9	12.8483	6.88458	40	0.12520	32	291	71	33.2644	2.69122	36	0.11110	29	241
11	13.5210	6.54353	18	0.05800	14	66	73	33,5787	2.66675	36	0.11750	29	174
12	13.9700	6.33421	20	0.08280	16	74	75	34.1200	2.62567	16	0.00000	13	0
14	14.2800	6.07796	15	0.00000	12	362	77	34.7600	2.57878	28	0.08000	22	206
16	14.9125	5.93593	45	0.22500	36	436	78	35.0400	2.55881 2.54509	19	0.00000	15	453
10	15.6979	5.64066	34	0.10240	27	21.9	80	35,5200	2.52532	43	0.12000	34	222
19 20	16.0225	5.52711 5.42286	31 26	0.16500	25	244	82	35.952	2.49591	50	0.12850	40	252
21	16.6610	5.31671	35	0.07210	28	205	83	36.1600	2.48208	100	0.08440	49	325
23	17.6028	5.03431	40	0.28570	32	523	85	36.7600	2.44293	95	0.00000	76	0
24	17.9718	4.93177	43	0.24030	34	369	87	37.5692	2.39215	71	0.24380	57	702
26	18.9751	4.67321	55	0.30750	44	864	88	37.7600	2.38050	51	0.00000	41 42	0
28	19.5800	4.53018	40	0.00000	32	0	90	38.2566	2.35074	61	0.28670	49	832
29	19.8800 20.1400	4.46249	64 56	0.07360	51 45	430 537	92	39.0951	2.30219	65	0.15140	45	362
31	20.3600	4.35835	53	0.12000	42	219	93	39.3200	2.28958	31	0.12000	25	226
33	20.9200	4.24293	60	0.36000	48	662	95	39,9795	5 2.25331	40	0.13910	32	211
24	21.2000	4.18752 4.09588	65	0.37000	52	693	97	40.6200	2.21925	40	0.42800	32	523
36	21.9400	4.04793	71	0.23560	57	833	98	41.0000	2.19503	43	0.16330	24	259
38	22.3800	3.96933	51	0.00000	41	ĕ	100	41.6154	2.16844	33	0.12920	26	160
39	22.6172	3.92823	40	0.23450	44	737	102	42.0883	2.14517	31	0.09280	25	147
41	23.3647	3.80422	80	0.24400	64	756	103	42.5163	2.12456	48	0.09090	38	228
43	23.8600	3.72636	63	0.14000	50	733	105	43.233	2.09094	30	0.14210	24	100
44	24.1400	3.68377	68	0.00000	40	684	107	44,1093	2.05145	49	0.11470	39	342
46	24.5984	3.61615	49	0.10540	39	333	108	44.4618	2.03600	28	0.11640	22	193
40	25.3200	3.51470	39	0.08000	31	190	110	45.0767	2.00964	57	0.14000	46	289
49	25.5500	3.48358	59	0.12000	47	371		4.4.4.4.4.4					
-													
peak	2Theta	d	1/11	2003	Intensity	Integrated Int	peak	2Theta	d 1/		Max In	tensity In	tegrated Int
peak no.	2Thets (deg) 45.5700	d (A)	1/11	20000 (deg) 0.10000	Intensity (Counts)	Integrated Int (Counts) 81	peak no.	2Theta (deg)	d I/ (A)	11 1	WaM In (deg) (tensity In Counts) (tegrated Int Counts) 302
peak no. 112	2Thets (deg) 45.5700 45.9700	d (A) 1.98903 1.97265	1/11 19 38	РИСИ (deg) 0.10000 0.14000	Intensity (Counts) 15 30	Integrated Int (Counts) 81 259	paak no. 174 175	2Theta (deg) 64.5558 64.9000	d I/ (A) 1.44244 6 1.43562 5		MGM In (deg) (.13830 .28440	tensity In Counts) (49 41	tegrated Int Counts) 392 550
peak np. 112 113 114 115	2Theta (deg) 45.5700 45.9700 46.2107 46.6684	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94474	1/11 19 38 33 46	PHEM (deg) 0.10000 0.14000 0.09350 0.17690	Intensity (Counts) 15 20 26 37	Integrated Int (Counts) 81 259 183 439	peak no. 174 175 176 177	2Theta (deg) 64.5558 64.9000 65.1800 65.5400	d I/ (A) 1.44244 6 1.43562 5 1.43013 7 1.42314 7		WGM In (deg) (.13830 .28440 .19120 .00000	tensity In Counts) (49 41 56 58	tegrated Int Counts) 392 550 1095 0
peak np. 112 113 114 115 116 117	2Thets (deg) 45.5700 46.2107 46.6684 46.8990 47.1900	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94474 1.92572 1.92446	I/I1 19 38 33 46 18 29	PWGM (deg) 0.10000 0.14000 0.09350 0.17690 0.14200 0.09000	Intensity (Counts) 15 30 26 37 14 23	Integrated Int (Cnunts) 259 183 439 102 105	peak np. 174 175 176 177 178 179	2Theta (deg) 64.5558 64.9000 65.1800 65.5400 65.8800 65.3800 66.3186	d I/ (A) 1.44244 6 1.42562 5 1.42013 7 1.42214 7 1.41662 9 1.40621 8		WGM In (deg) (1.1830 1.28440 1.19120 1.00000 1.20720 1.22550	tensity In Counts) (49 41 56 58 79 68	tegrated Int Counts) 392 550 1095 0 1325 757
peak no. 112 113 114 115 116 117 118	2Theta (deg) 45.5700 46.2107 46.6684 46.8990 47.1900 47.5143	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.92446 1.91207	I/I1 19 38 33 46 18 29 25	PHGM (deg) 0.10000 0.14000 0.03350 0.17690 0.14200 0.09000 0.10470	Intensity (Counts) 15 30 26 37 14 23 20 20	Integrated Int (Crunts) 81 259 103 439 102 105 121 720	Peak no. 174 175 176 177 178 179 180	2Theta (deg) 64.5558 64.9000 65.1800 65.5800 66.3186 66.7135 66.7135	d I/ (A) 1.44244 (1.43562 5 1.42013 7 1.42214 7 1.41662 9 1.40031 0 1.40033 (WGM In (deg) () .13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .32710 .2000	tensity In Counts) (49 41 56 58 79 68 51	tegrated Int Counts) 392 550 1095 0 1325 757 846 (70
pmsk no. 112 114 114 116 117 118 119 120	2Theta (deg) 45.5700 46.2107 46.6624 46.8990 47.1900 47.5143 47.9497 48.1360	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.92446 1.91207 1.89892	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25	2963M (deg) 0.14000 0.9350 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.10470 0.14940 0.17200	Intensity (Counts) 15 26 37 14 23 20 32 20	Integrated Int (Crunts) 81 259 183 439 102 105 121 228 162	peak no. 174 175 176 177 178 179 180 181 182	2Theta (deg) 64.5558 65.1800 65.1800 65.8800 66.3186 66.7135 67.2333 67.4600	d I/ (A) 1.42562 5 1.42662 5 1.42013 7 1.42114 7 1.41662 9 1.40931 8 1.40933 5 1.39723 3	11 9 1 0 1 0 2 0 5 0 4 0 4 0	WGM In (deg) (1.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .32710 .32600 .15600	tensity In Counts) (41 56 58 79 68 51 42 27	tegrated Int Counts) 392 550 1095 0 1325 757 846 679 216
Penk no. 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121	2Theta (deg) 45.5700 46.6694 46.8990 47.1900 47.1900 47.5143 47.9497 48.3260 48.5013	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94293 1.92446 1.91207 1.89272 1.88822 1.87544 1.86506	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 39 40	PHEM (deg) 0.10000 0.14000 0.09350 0.14000 0.14200 0.14200 0.14400 0.14340 0.14340 0.147200 0.147200 0.17720	Intensity (Counts) 15 26 37 14 22 20 32 20 32 20 31 32	Integrated Int (Counts) 81 183 183 105 105 121 228 162 270 155	peak no. 174 175 176 177 178 179 180 181 182 183 184	2Thets (deg) 64.5558 64.9000 65.1800 65.8800 66.2186 66.7135 67.2333 67.4600 67.7457 68.0600	d I/ (A) 1.44244 (1.42562 5 1.42013 7 1.42214 7 1.41662 9 1.40033 (1.20125 5 1.20125 5 1.20122 3 1.20227 3 1.20227 5	11 9 1 0 1 0 9 0 5 0 4 0 4 0 4 0 7 0	<pre>WGM In (deg) (1.13830 1.28440 1.9120 1.00000 1.20720 1.22550 1.32710 1.36000 1.15400 1.3140 1.2660</pre>	tensity In Counts) (41 56 50 79 68 51 43 27 58 46	tegrated Int Counts) 392 550 1095 0 1325 757 846 679 216 520 459
Penk no. 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 122 122	2Thets (deg) 45.5700 46.2107 46.6684 46.8990 47.1900 47.1900 47.5143 47.9497 48.3360 48.5013 48.7389 49.0475	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.92446 1.93572 1.92446 1.91207 1.89572 1.88882 1.87546 1.85506 1.85506 1.85506	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 39 40 44 40 44	PECM (deg) 0.10000 0.02350 0.17690 0.14200 0.09000 0.14200 0.14200 0.14200 0.17720 0.17720 0.17720 0.02220 0.00520	Intensity (Counts) 15 26 27 14 23 20 20 31 32 20 31 32 22 20 31 32 23 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 183 183 105 105 121 228 162 230 155 171 194	peak no. 174 175 176 177 179 180 181 182 183 184 185	2Thets (deg) 64.5558 65.1800 65.8000 65.8000 66.3186 66.7135 67.2332 67.4600 67.7457 68.0600 68.0600 68.0600	d 1/ (A) 1.44244 (1.43562 5 1.43013 7 1.42314 7 1.42314 7 1.41662 9 1.40931 6 1.40931 6 1.40931 5 1.30723 3 1.30723 3 1.30725 4	11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	WGN In deg) (.13830 .28440 .38120 .00000 .20720 .22550 .22550 .32710 .35600 .35600 .31140 .36600 .13660 .13660	tensity In Counts) (49 41 56 58 51 42 27 51 42 27 58 46 30 46 30	tegrated Int Cruntw) 392 1095 1095 1225 757 846 679 226 520 459 320 459 320 459 320 459 320
Ptink no. 112 113 114 115 116 117 118 117 118 119 120 121 122 122 123 124 125	2Thets (deg) 45.5700 46.2107 46.6684 46.8990 47.1900 47.1900 47.5143 47.9497 48.3160 48.5013 48.7329 49.0475 49.2380 49.6029	d (A) 1.98903 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.92446 1.92572 1.892572 1.892572 1.892572 1.89582 1.85583 1.85583 1.85583	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 39 40 44 35 24	PECM (deg) 0.10000 0.02350 0.77690 0.14200 0.09000 0.144200 0.144200 0.144200 0.17720 0.17720 0.02220 0.00500 0.10500 0.10110	Intensity (Counts) 15 26 27 14 23 20 20 21 32 20 31 32 22 20 31 32 23 5 28 19	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 142 290 155 171 144 102	Peak no. 174 175 176 177 179 180 181 182 183 184 185 186 187	2Thets (deg) 64.5558 65.1800 65.8000 65.8000 66.3186 66.7135 67.2332 67.4600 67.7457 68.0600 68.0600 68.2800 68.2800 68.500	d 1/ (A) 1.4244 6 1.4252 5 1.42013 7 1.42013 7 1.42013 7 1.4203 6 1.2013 7 1.2023 5 1.2023 5 1.2025 4 1.27255 4 1.25224 4	11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	WGN In deg) (.13130 .28440 .3120 .20720 .22720 .22720 .22720 .22720 .32710 .32600 .13140 .36000 .34600 .28660 .28660	tensity In Counts) (49 41 56 58 51 42 27 51 42 27 58 46 28 46 29	tegrated Int Cruntes) 350 550 1095 757 846 679 216 520 459 372 372 578
Penak no. 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127	2Thets (deg) 45.5700 46.6634 46.2307 46.6634 46.2930 47.1300 47.5143 47.5437 48.1360 48.5013 48.5013 48.7829 49.0475 49.3380 49.6029 49.6029 49.6029	d (A) 1.92903 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.92446 1.92572 1.892972 1.892972 1.892972 1.892972 1.82596 1.85595 1.84558 1.83634 1.82696 1.82696	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 39 40 44 35 24 45 34	PHEIM (deg) 0.10000 0.9350 0.17690 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14340 0.17720 0.17720 0.17720 0.17720 0.02220 0.0050 0.10500 0.10000 0.12000	Intensity (Counts) 15 26 27 20 20 20 21 22 20 21 22 20 21 22 23 22 23 24 29 24 27	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 290 155 171 184 102 241 193	Peak no. 174 175 176 177 179 180 181 182 182 183 184 185 186 187 189	2Thets (dmg) 64.5538 65.1800 65.1800 65.1800 66.3186 66.7135 67.2333 67.2333 67.4600 67.7457 68.2800 68.2800 68.2800 69.1006 69.1006 69.8500	d 1/ (A) 1.42444 6 1.42562 5 1.42013 7 1.42014 7 1.42014 7 1.42021 8 1.40021 8 1.20125 5 1.2022 3 1.2027 7 1.27255 4 1.26266 5 1.25224 4 1.25224 4	11 9 1 0 3 0 5 0 4 0 5 0 4 0 7 0 7 0 7 0 7 0 7 0 6 0 6 0 6 0 6 0 7	NGM In (deg) (.13830 (.23440 (.2440 (.1220 (.20720 (.22710 (.32600 (.135600 (.13660 (.20660 (.20660 (.23660 (.13600 (.14500 (tensity In Counts) (49 41 56 58 58 51 43 27 58 43 27 58 46 38 46 38 46 39 34 45	tagratad Int Counts) 350 550 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 578 279 578 230 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 121 122 123 124 125 126 127 128	2Thets (deg) 45.5700 46.2107 46.624 47.1300 47.5143 47.5143 47.5457 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.0475 49.0475 49.0475 49.029 49.6029 49.6029 49.6029 49.6029	d (A) 1.93903 1.94253 1.94274 1.93572 1.92446 1.93572 1.92446 1.92572 1.83552 1.87544 1.85563 1.85563 1.85563 1.85563 1.85563 1.82696 1.82596 1.85596	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 40 25 29 40 40 35 24 35 24 34 35 24 34 35 24 35 25 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PHEIM (deg) 0.10000 0.9350 0.17690 0.14200 0.14200 0.14200 0.10470 0.14940 0.17720 0.17720 0.10500 0.10500 0.10500 0.10000 0.12000 0.14200 0.14900 0.13100 0.12000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.13000 0.140000000000	Intensity (Counts) 15 26 27 14 23 20 20 21 22 20 21 32 25 28 19 36 27 27 27 27	Integrated Int (Counts) 81 439 102 105 121 228 162 230 155 171 184 102 241 193 207 156	Peak no. 174 175 176 177 178 178 180 181 182 182 185 185 185 186 189	2Thets (dmg) 64.5538 65.1800 65.1800 65.1800 66.3186 66.7135 67.2333 67.2333 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (c) 1.4352 (c) 1.43051 (c) 1.43051 (c) 1.40214 (c) 1.4021 (c) 1.4021 (c) 1.4021 (c) 1.4021 (c) 1.4021 (c) 1.4021 (c) 1.3020 (c) 1.3020 (c) 1.3020 (c) 1.3725 (c) 1.3725 (c) 1.35221 (11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	WGM In (deg) () .13830 () .23440 () .2440 () .20720 () .22550 () .22710 () .32600 () .13140 () .13660 () .23660 () .13400 () .13600 ()	tensity In Counts) (49 41 56 58 51 43 51 43 27 58 46 38 46 29 24 45	tagratad Int Counts) 392 550 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 290 459
pensk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 129	2Thets (deg) 45.5700 46.62107 46.6624 46.8930 47.1300 47.5143 47.9497 48.5513 48.7889 49.0475 49.0475 49.029 49.0755 50.783 50.3354 50.6420	d (A) 1.93903 1.97265 1.94293 2.92446 1.92572 1.032577 1.032577 1.032577 1.032577 1.032577 1.0325777 1.0325777777777777777777777777777777777777	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 40 25 39 40 44 35 24 34 34 34 29 40 40 40 40 40 40 40 40 40 40	PHEIN (deg) 0.14000 0.14000 0.14000 0.17690 0.17690 0.14200 0.10470 0.14940 0.17200 0.14940 0.17720 0.08220 0.12110 0.12000 0.12100 0.12000 0.12000 0.12000	Intensity (Counts) 15 16 17 14 14 20 20 20 20 20 21 22 20 21 22 20 20 20 21 22 22 20 20 20 20 21 22 22 20 20 21 22 22 20 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 22	Integrated Int (Counts) 81 102 105 121 122 105 121 122 155 171 124 102 241 102 241 103 207 156 228	pmak no. 174 175 176 177 179 179 180 181 182 182 184 185 186 189	2Thets (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.8800 65.5400 65.8800 66.7138 67.7335 67.4600 67.2333 67.4600 68.2800 68.2800 69.1006 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.43051 (7) 1.41662 (7) 1.4011 (7) 1.4011 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.37245 (7) 1.37645 (7) 1.37645 (7) 1.35624 (7) 1.35624 (7) 1.35224 (7) 1.3524 (7)	11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	<pre>%GM In deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .12600 .13600 .13600 .1140 .28600 .28600 .28600 .28600 .28600 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 58 79 60 51 43 27 50 43 43 27 50 43 43 27 50 44 43 34 45	tagratad Int Counts) 392 550 1095 0 13225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 230 459
Penek no. 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 124 125 126 127 128 129 120 121 128 129 120 121	2Thets (deg) 45.5700 46.62107 46.6624 46.8930 47.1300 47.5143 47.9497 48.5513 49.7899 49.0475 49.2380 49.6229 49.0755 50.1783 50.3354 50.6400 51.13009	d (A) 1.93903 1.97265 1.96293 1.92474 1.93572 1.92446 1.92272 1.03082 1.02550 1.02550 1.025555 1.0255555 1.02555555 1.02555555555555555555555555555555555555	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 24 40 25 24 35 24 35 24 34 35 24 34 34 29 40 35 24 39 40 30 40 25 25 40 30 40 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25	PMEM [deg] 0.10000 0.14000 0.02350 0.14200 0.174200 0.174200 0.12470 0.142470 0.142470 0.1494700000000000000000000000000000000000	Intensity (Counts) 15 16 26 27 20 20 20 20 20 21 22 20 21 22 23 22 20 21 22 23 22 23 22 23 22 23 22 27 27 22 22 20 20 20 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 20 22 22	Integrated Int (Counts) 81 102 105 121 122 105 121 122 155 155 155 155 155 155 155 15	pmak no. 174 175 175 177 179 100 101 102 103 103 104 105 100 109	2Thets (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.8400 65.8400 65.8400 65.7335 67.7335 67.7457 68.0600 68.2800 68.2800 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.43051 (7) 1.41662 (7) 1.4011 (7) 1.4011 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.37645 (7) 1.37645 (7) 1.37645 (7) 1.37645 (7) 1.36606 (7) 1.35224 (7)	11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	<pre>%GM In deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22550 .22550 .22550 .22550 .12400 .11740 .26600 .11740 .26600 .28600 .28600 .11400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 41 56 58 79 60 51 43 27 50 43 43 27 50 43 34 46 30 34 45	tagratad Int Counts) 392 550 1095 0 13225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 230 459
Penk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 123 124 126 127 128 129 120 131 132	2Thets (deg) 45.5700 46.6684 46.8990 47.1900 47.5143 47.9497 48.1360 49.5013 49.7899 49.0475 49.3380 49.6029 49.6029 49.6029 50.1783 50.2324 50.2324 50.2324 50.2324 50.2324 51.1060 51.7225	d (A) 1.94903 1.97265 1.96293 1.92474 1.92572 1.93474 1.92572 1.93572 1.93572 1.92544 1.95505 1.95558 1.92646 1.92656 1.92757 1.97557 1.77550 1.77550	I/I1 19 38 33 46 18 29 25 40 25 24 45 34 34 24 45 34 24 45 34 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 25 25 25 25 25 26 25 25 25 25 25 25 25 25 25 25	PHEM [derg] 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.174200 0.174200 0.12420 0.174200 0.149470 0.12947	Intensity (Counts) 15 16 26 27 20 20 20 20 21 22 20 20 21 22 27 27 27 27 27 27 20 21 22 27 20 21 22 20 24	Integrated Int (Counts) 81 102 105 121 122 105 121 122 142 290 155 155 171 184 102 241 193 207 156 238 170 96 136	pmak no. 174 175 175 177 179 100 101 102 104 105 106 107 109 109	2Thets (dmg) 64.5558 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 65.5400 65.7335 67.735 67.7457 68.0600 68.2000 69.1006 69.4530 69.8500 69.8500	d 1/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.430513 (7) 1.42154 (7) 1.42154 (7) 1.40211 (8) 1.40211 (8) 1.40211 (8) 1.40211 (8) 1.40211 (8) 1.40211 (8) 1.31251 (8) 1.31251 (8) 1.31251 (8) 1.35224 (1) 1.35224 (1) 1.34533		<pre>%GM In deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22550 .22550 .22550 .12500 .14600 .18660 .18660 .18660 .18660 .18660 .18600 .18600</pre>	tensity In Counts) (49 41 56 58 79 60 51 42 27 50 42 27 50 42 29 30 46 30 39 46 45	tagratad Int Counts) 392 550 1095 0 13225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 279 279 279 279 279 279 279 279 279 279
Penk no. 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 129 120 121 122 123 124 126 127 128 129 129 120 121 124 129 129 129 120 121 129 129 129 129 129 129 129 129 129	2Theta (deg) 45.5700 46.6684 46.8990 47.1900 47.1900 47.5143 47.9497 48.2260 48.5013 48.7889 49.0475 49.3380 49.6029 49.6029 50.1783 50.3254 50.2354 50.2354 50.2354 50.2354 51.1060 51.7125 52.0200	d (A) 1.92803 1.97265 1.96293 1.92474 1.93572 1.92474 1.93572 1.92546 1.85583 1.85583 1.85583 1.85583 1.82566 1.81563 1.82564 1.82562 1.81563 1.82564 1.82563 1.82564 1.82565 1.82564 1.82565 1.82564 1.825655 1.825655 1.825655555555555555555555555555555555555	I/I1 19 30 44 18 29 25 29 40 45 24 34 34 34 34 34 34 34 34 34 3	PHEM [derg] 0.10000 0.14000 0.14000 0.174200 0.174200 0.174200 0.142470 0.149470 0.129170 0.129	Intensity (Counts) 15 16 26 27 20 20 31 32 20 31 32 20 31 32 23 35 28 19 36 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	Integrated Int (Counts) 81 1259 133 419 102 105 121 122 142 142 155 171 184 102 241 193 207 155 238 170 96 135 238 170 96 136 152 0 0	pmak no. 174 175 175 175 177 179 100 101 102 103 104 105 106 106 109	2Thets (dmg] 64.5558 64.9000 65.1800 65.8800 65.3800 66.7135 67.457 67.457 68.0600 68.2800 68.2800 69.1006 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (A) 1.44244 (A) 1.43562 (A) 1.43562 (A) 1.43513 (A) 1.40231 (A) 1.40231 (A) 1.40231 (A) 1.40231 (A) 1.30723 (A) 1.30723 (A) 1.30725 (A) 1.37455 (A) 1.37255 (A) 1.35224 (A) 1.35224 (A) 1.34533 (A)		<pre>%GM In deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22550 .22710 .13600 .13600 .13600 .13660 .13660 .13660 .13660 .13660 .13660 .13660 .13600 .13600 .13600</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 58 79 68 51 43 27 58 46 30 46 30 46 30 46 30 46 30 46 30 46 30 45	tegrated Int Crunts) 392 500 1095 1225 757 846 645 226 520 459 372 590 459 378 290 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 116 117 118 120 120 120 121 122 124 125 126 127 128 129 130 131 132 132 134 135 136 137	27hmina (dmg] 45.5700 46.2207 46.6490 47.3403 47.3403 47.3403 47.3403 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.6475 49.629 49.629 49.629 50.3354 50.625 51.3060 51.4366 51.7125 52.0200 52.5066	d (A) 1.99903 1.92253 1.92293 1.92493 1.93572 1.935772 1.93572 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1	I/I1 19 30 44 10 25 25 29 25 29 40 45 24 34 34 34 29 40 45 24 34 34 29 20 5 24 25 29 20 25 29 20 25 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PHEM (deg) 0.10000 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.14200 0.14200 0.14200 0.15200 0.10000 0.15200 0.120000 0.120000 0.120000 0.12100 0.12100 0.122000 0.122000	Intensity (Counts) 15 30 32 37 14 23 20 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32	Integrated Int (Counts) 81 259 183 102 105 121 228 162 230 155 171 184 102 241 103 207 256 218 170 36 218 170 36 126 126 126 126 126 126 126 126 126 12	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 184 184 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.8400 65.8400 65.8400 67.2333 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.2800 69.4530 69.8600	d I/ (A) 1.4244 1.42542 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40013 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 3 1.3725 4 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4	11 9 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0	<pre>%GM In deg] (13940 139440 139120 00000 20720 122550 122750 132700 136000 136000 136600 13140 20660 131400 13660 131400 13500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 56 51 51 51 27 27 27 46 20 24 46 29 24 45	tegrated Int Crunts) 392 1025 1025 757 846 679 216 520 459 372 578 230 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 119 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 133 134 135 136 137 138	275ntLa (dmg] 45.5700 46.6684 46.62107 46.6684 46.8930 47.1900 47.5143 47.9497 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.0475 49.629 49.629 49.629 49.629 50.1782 50.1284 50.225 51.1060 51.1309 51.4466 51.7125 52.0200 52.5666 52.7655 53.139	d (A) 1.93903 1.9225 1.92293 1.92447 4.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83512 1.735512 1.7355	I/I1 19 38 33 46 25 40 25 40 25 40 25 40 25 40 25 34 44 35 34 34 34 24 34 34 25 34 34 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 25 30 40 32 34 40 35 36 36 36 36 36 36 36 36 36 36	PHEM [deg] 0.15000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17430 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.17200 0.12200 0.11000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12110 0.121200 0.121200 0.121200 0.121200 0.121200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12400 0.12200 0.12400	Intensity (Counts) 15 26 37 14 23 20 37 32 20 30 31 32 20 31 32 23 23 24 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 290 155 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 155 170 96 136 156 218 170 96 136 152 0 178 120	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.8400 65.8400 66.7135 67.4400 67.7457 68.0600 68.2800 69.2006 69.1006 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (A) 1.44252 (S) 1.43053 (A) 1.42054 (A) 1.42053 (A) 1.42053 (A) 1.42053 (A) 1.40053 (A) 1.40053 (A) 1.40053 (A) 1.40053 (A) 1.30277 (A) 1.37255 (A) 1.37255 (A) 1.35224 (A) 1.35224 (A) 1.35221 (11 9 1 0 3 0 5 5 0 5 0	<pre>%GM In deg] (.13840 .28440 .39120 .00000 .20720 .22550 .22550 .32710 .36000 .13600 .13600 .13600 .13600 .13600 .13600 .13600</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 58 79 51 51 27 51 27 51 46 28 46 29 24 45	tegrated Int Crunts) 350 550 1095 757 846 679 216 520 459 372 590 578 290 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 131 132 133 134 135 136 137 138 139 139	275mts (dmg) 45.5700 46.6684 46.82107 46.6684 46.8290 47.1900 47.5143 47.9497 48.5513 48.7889 49.6475 49.5023 49.6475 49.6229 49.6750 50.7783 50.3354 50.3354 50.8625 51.1060 51.3209 51.4466 51.7125 52.2000 52.5666 52.7655 52.1329 53.27755	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.924674 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84514 1.85505 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.83529 1.77554 1.77554 1.77529 1.77520	I/II. 19 38 33 46 18 29 25 39 40 425 24 34 25 34 45 34 25 34 25 34 25 34 45 34 25 34 25 34 45 25 34 45 25 39 40 45 25 39 40 45 25 39 40 45 25 39 40 45 25 39 40 45 25 39 40 45 25 34 45 25 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	PMEM [disg] 0.1000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17630 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12100 0.12200 0.12000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12110 0.02030 0.02030 0.02400 0.02400 0.02400 0.02400 0.02400 0.02400	Intensity (Counts) 15 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 21 22 22 20 20 21 22 23 23 24 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 20 20 21 24 24 24 25 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 230 155 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 103 207 156 238 170 96 134 152 0 178 110 75 120 77 77 104	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 65.1386 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.2006 69.1006 69.4530 69.8600	d 1/ (A) 1.44244 (A) 1.44244 (A) 1.43562 (S) 1.43013 (A) 1.40013 (A) 1.40031 (A) 1.3023 (A) 1.3023 (A) 1.3023 (A) 1.35221 (A)	II 9 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	<pre>%GM In deg] (.13840 .28440 .13120 .00000 .20720 .22550 .22550 .22550 .32710 .36000 .13600 .13600 .13640 .28660 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 58 79 68 51 47 27 51 42 27 58 46 20 24 45	tagratad Int Counts) 350 1095 0 1125 757 846 679 216 520 459 372 590 459 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 123 124 125 126 127 128 129 120 131 131 132 132 134 135 135 136 137 138 139 139 139 139 139 139 139 139 139 139	2Thets (deg) 45.5700 46.2207 46.6684 46.8990 47.1900 47.5143 47.9497 48.513 48.513 48.7889 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0750 50.7783 50.2354 51.1200 51.4866 51.12000 52.1865 53.1339 53.23777 53.6000 53.2258	d (A) 1.99903 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84574 1.85505 1.85503 1.84558 1.83529 1.83544 1.82595 1.83529 1.83529 1.83529 1.73551 1.73551 1.73551 1.73551 1.73551 1.73551 1.73553 1.735553 1.735555 1.7355555 1.73555555555555555555555555555555555555	I/II 19 33 33 44 48 29 25 40 44 25 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	PMEM [des] 0.10000 0.92100 0.14000 0.92100 0.14200 0.174200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.124200 0.12500 0.12000 0.124200 0.01420000000000000000000000000000000000	Intensity (Counts) 15 10 24 20 20 20 20 20 20 20 21 22 28 28 28 28 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 270 155 171 184 102 241 102 241 102 241 102 241 155 175 175 156 238 170 96 178 152 175 120 77 77 104 52	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 185 185	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.733 67.4600 67.7457 68.0600 68.5300 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.43562 5 1.43051 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3027 7 1.37645 5 1.38277 7 1.37645 5 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4 1.35221 5	11 9 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00	<pre>%GM In (deg) (.13840 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .126000 .136000 .136000 .13600 .11400 .28600 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 50 79 60 51 43 27 53 44 43 27 53 44 43 29 34 45	tagratad Int Counts) 331 550 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 230 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 122 124 125 126 127 128 129 129 129 129 129 129 129 129 121 131 132 132 133 134 135	2Thets (deg) 45.5700 46.6694 46.6990 47.1900 47.1900 47.543 49.789 49.789 49.789 49.789 49.780 49.629 49.780 49.629 49.780 50.225 51.1060 51.2125 52.705 52.1069 52.586 53.139 52.586 53.139 53.139 53.2377 53.6000 53.258 54.550	d (A) 1.94003 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.93474 1.92572 1.93474 1.92572 1.93474 1.92546 1.92546 1.92546 1.93593 1.94558 1.93549 1.93149 1.79359 1.79359 1.77559 1.77559	I/11 19 33 34 44 18 46 18 40 25 24 40 24 45 24 45 24 45 24 25 26 26 26 26 27 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PMEM [des] 0.10000 0.14000 0.9250 0.14200 0.17420 0.17420 0.17420 0.142470 0	Intensity (Counts) 15 10 24 20 20 20 20 20 20 20 21 22 22 20 20 20 20 21 22 22 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 230 155 155 157 184 102 241 193 207 156 238 170 156 238 170 156 238 170 156 238 170 77 162 207 77 162 207 207 207 207 207 207 207 207 207 20	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 185 185 185	2Theta (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.8800 66.7138 67.4600 67.7337 67.6600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.8530 69.8500	d [/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.43013 (7) 1.41662 (9) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.3027 (7) 1.37645 (5) 1.3827 (7) 1.37645 (5) 1.36266 (5) 1.35221 (4) 1.35221 (4) 1.35221 (4)	11 9 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00 1 00	<pre>%GM In (deg) (.13840 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .36000 .13600 .13600 .13600 .13600 .1400 .1400 .14500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 51 51 43 27 51 43 27 53 43 43 27 53 44 43 29 24 45	tagratad Int Crunts) 392 550 1095 0 13225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 290 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 123 124 125 126 127 128 129 129 129 129 129 129 129 129 129 129	2Theta (deg) 45.5700 46.6694 46.8990 47.1900 47.1900 47.5143 47.9497 48.503 49.789 49.789 49.789 49.789 49.789 49.780 50.783 50.7183 50.7183 50.7183 50.2184 50.6400 51.7125 52.0200 51.1309 52.1869 52.5866 53.777 52.6000 52.258 54.0591 54.2550 55.25500 55.25500 55.25500 55.25500 55.2550000000000	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.92474 1.93572 1.93474 1.92572 1.93474 1.92546 1.92446 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92546 1.92556 1.77350 1.77359 1.77559	I/11 19 33 34 44 18 29 25 24 40 40 25 24 44 29 24 40 24 44 29 24 44 29 25 24 24 25 24 25 24 25 24 25 25 24 25 25 24 25 25 26 25 26 26 27 26 26 27 26 26 27 26 26 27 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	PAGIN [desg] 0.10000 0.14000 0.12000 0.14000 0.12020 0.17030 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.14240 0.14200 0.14210 0.16500 0.11000 0.12000 0.12000 0.14400 0.12000 0.14400 0.14400 0.14400 0.14400 0.12500 0.12400 0.12400 0.12400 0.12400 0.12400 0.12400 0.12200 0.12400 0.12400 0.12400 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.	Intensity (Counts) 15 16 26 27 14 20 20 20 21 22 20 21 22 20 21 22 23 22 20 21 22 23 22 20 21 22 23 24 24 4 27 21 22 20 21 22 20 21 22 20 21 22 20 22 22	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 142 280 155 155 155 155 155 155 155 155 155 15	pmak no. 174 175 175 177 179 100 101 102 103 104 105 106 109	2Thets (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 65.5400 66.7135 67.7335 67.4600 67.7337 68.0600 69.2500 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.43013 (7) 1.41662 (7) 1.40131 (7) 1.40131 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.40031 (7) 1.37245 (7) 1.37245 (7) 1.37245 (7) 1.37245 (7) 1.35224 (4) 1.34533 (7)	11 9 11 00 0 19 0 19 0 19 0 19 0 19 0 19	<pre>%GM In (deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .12600 .13600 .13600 .11740 .26600 .28000 .28660 .11400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 49 56 58 79 60 51 43 27 58 43 27 58 43 43 27 30 44 45	tegrated Int Crunts) 392 1095 1095 1095 1225 777 446 226 226 220 459 372 590 459 378 260 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 116 117 118 120 120 121 122 124 124 125 126 127 128 129 130 131 132 132 134 135 136 137 138 139 140 132 139 140 134 134 134 134 134 134 134 134 134 134	27hntha (deng) 45.5700 46.62107 46.6490 47.3403 47.3403 47.3403 48.51207 48.51403 48.5129 49.0475 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 50.1310 50.3354 49.0475 51.3309 51.4460 51.3309 51.4466 51.7125 52.0200 52.5066 52.7555 54.0591 54.2551	d (A) 1.99903 1.92453 1.92493 1.92493 1.93572 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772 1.935772	I/11 19 30 31 32 32 34 44 44 45 34 44 25 30 40 25 30 40 25 30 40 40 25 30 40 40 40 40 40 40 40 40 40 4	PHEM (deg) 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12400 0.12400 0.12400 0.12400 0.25340 0.42350 0.42350 0.42400 0.42400 0.42350 0.42350 0.42350 0.42350 0.42350 0.42350 0.42350 0.42	Intensity (Counts) 15 30 32 37 34 32 30 30 30 31 32 35 28 36 37 37 32 32 35 28 36 27 27 27 20 31 35 28 36 27 27 20 31 35 28 36 27 27 20 31 35 28 29 36 27 31 32 35 28 36 29 36 31 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32 32	Integrated Int (Counts) 81 259 183 102 105 121 228 142 280 155 171 184 102 241 104 102 241 207 34 218 170 34 126 218 170 34 126 218 170 34 126 218 170 36 218 100 100 36 218 218 207 218 218 207 218 207 218 218 207 218 218 207 218 218 207 218 218 207 218 218 207 218 218 207 218 218 218 218 218 218 218 218 218 218	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 184 184 185 186 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.8400 66.3136 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.4530 69.8600	d I/ (A) 1.4244 1.42542 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 3 1.3725 4 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4	11 9 1 0 0 0 0 19 0 0 10 0 10 0 0 10	<pre>%GM In deg] (1.13030 (1.13040 </pre>	tensity In Counts) (49 49 56 56 51 51 51 27 27 27 46 30 46 30 34 45	tegrated Int Cruntwj 392 1025 1025 757 846 679 216 520 459 371 230 459 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 115 116 117 118 120 120 120 122 122 124 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 124 124 124 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	27hsta (dmg] 45.5700 46.6480 47.3900 47.3900 47.3143 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 50.1354 50.1354 50.1354 51.1040 51.4466 51.1309 52.5546 52.7655 53.139 53.2775 53.6000 53.4259 54.0591 54.4205 55.1450 55.1450 55.1450	d (A) 1.99003 1.9225 1.92293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.74542 1.73378 1.74542 1.73378 1.74542 1.73348 1.74558 1.74568 1.74558 1.74558 1.74558 1.74558 1.74558 1.74558 1.74558 1.74558 1	I/11 19 23 24 24 24 25 25 20 25 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PHEM (deg) 0.15000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17430 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.17200 0.12200 0.15000 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12200 0.12200 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.02520 0.02520 0.02540 0.02540 0.02540 0.20000 0.20000 0.20000 0.20000 0.20000 0.20000 0.201000 0.201000 0.201000 0.200000 0.200000 <td< td=""><td>Intensity (Counts) 15 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20</td><td>Integrated Int (Counts) 81 259 183 102 105 121 228 162 290 155 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 104 156 218 170 96 136 104 152 0 177 164 52 92 156 56 0 17 158 36</td><td>pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189</td><td>2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600</td><td>d [/ (A) 1.42444 (1.4252 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 3 1.30727 7 1.37645 1 1.3725 4 1.36566 5 1.35221 4 1.35221 4</td><td></td><td><pre>%GM In deg] (1.13030 (1.13040 23440 3120 .00000 .20720 .22550 .22750 .12710 .14600 .13600 .1140 .20660 .131400 .18500</pre></td><td>tensity In Counts) (49 56 56 51 51 51 27 27 46 30 46 32 34 45</td><td>tegrated Int Cruntwj 352 1025 1025 757 846 679 216 520 459 372 578 239 459 459</td></td<>	Intensity (Counts) 15 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 183 102 105 121 228 162 290 155 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 104 156 218 170 96 136 104 152 0 177 164 52 92 156 56 0 17 158 36	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.42444 (1.4252 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 3 1.30727 7 1.37645 1 1.3725 4 1.36566 5 1.35221 4 1.35221 4		<pre>%GM In deg] (1.13030 (1.13040 23440 3120 .00000 .20720 .22550 .22750 .12710 .14600 .13600 .1140 .20660 .131400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 56 51 51 51 27 27 46 30 46 32 34 45	tegrated Int Cruntwj 352 1025 1025 757 846 679 216 520 459 372 578 239 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 126 127 128 129 130 131 132 134 135 136 137 138 139 140 141 142 143 145 146 147 148 146 147	275mit.a (dmg) 45.5700 46.6684 46.82107 46.6684 46.8930 47.1900 47.5143 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.6475 49.6629 49.6750 50.1782 50.1782 50.1782 50.2355 51.1060 51.3209 52.5066 52.7555 53.7310 53.8000 55.27310 55.2	d (A) 1.99003 1.97263 1.92293 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84518 1.85505 1.84558 1.83520 1.84558 1.83520 1.73520 1.74520 1.73504 1.72523 1.73504 1.72523 1.635520 1.66257 1.66257 1.66257	I/11 19 38 31 44 45 29 25 40 25 20 40 45 24 45 24 45 24 45 24 45 24 45 24 25 25 26 27 25 26 27 25 26 27 27 26 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	PHEM [disg] 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.174200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.12200 0.12110 0.10000 0.10000 0.12000 0.15000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.04830 0.04830 0.04170 0.04170 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.04200 0.	Internetty (Counte) 15 20 24 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 122 165 121 122 165 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 218 102 207 155 155 171 144 102 207 155 155 171 144 102 207 155 155 171 144 102 207 155 155 171 144 102 207 155 128 102 102 207 155 128 102 102 105 105 102 105 102 105 102 105 102 105 105 102 105 105 102 105 105 105 105 105 102 105 105 105 105 105 105 105 105 105 105	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.2800 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3027 7 1.37245 1 1.37255 4 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%GM In deg] (.13840 .28440 .00000 .20720 .22550 .32710 .36000 .13600 .13600 .13140 .28660 .13400 .18600 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 68 51 42 27 51 44 45 29 44 45	tegrated Int Counts) 350 550 1095 757 846 679 216 520 459 372 578 230 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 123 124 125 126 127 128 129 120 120 121 122 123 124 123 124 125 126 127 128 129 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 120 129 129 120 129 129 120 129 129 129 129 129 129 129 129 129 129	275mt.a (dmg) 45.5700 46.6684 46.82107 46.6684 46.8290 47.1900 47.5143 48.5513 48.5513 48.5513 48.5513 48.5513 49.6429 49.6429 49.6429 50.1783 50.3254 51.1060 51.3204 51.3209 51.4466 51.7125 52.1859 52.5666 52.7455 52.1329 52.5666 52.7455 52.1329 52.5666 52.7455 52.1329 52.5666 52.7455 52.1329 52.5666 52.7455 52.1329 53.4255 54.8255 54.8255 55.4250 55.3331	d (A) 1.99003 1.942474 1.93572 1.94474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84514 1.85505 1.84558 1.84558 1.84558 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.835200 1.8352000000000000000000000000000000000000	I/11 19 38 33 46 48 48 49 25 29 25 40 25 29 40 45 24 45 24 45 24 45 24 45 24 45 24 25 25 26 27 29 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PHEM [des] 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17630 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12120 0.12200 0.12200 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.0220 0.0220 0.02400 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.02520 0.05200 0.1020	Internetty (Counte) 15 20 24 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 230 155 171 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 103 207 156 208 153 207 156 208 152 156 0 177 156 52 156 0 177 156 52 156 0 177 156 52 156 177 156 52 156 177 156 52 156 177 156 157 170 170 170 170 170 170 170 170 170 17	pmak no. 174 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.4530 69.8500 69.8500	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 1 1.37255 4 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%GM In deg] (.13840 .28440 .00000 .20720 .22550 .22710 .32600 .13600 .13600 .1140 .28660 .13400 .18600 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 68 51 47 27 58 46 43 44 45	tegrated Int Counts) 350 1095 1125 757 846 679 216 520 459 372 590 459 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 129 130 131 132 132 131 132 132 133 134 135 136 137 138 139 140 141 142 144 144 145 146 148 148 148 148	27hmt.m (dmg) 45.5700 46.6694 46.82107 46.6694 46.82107 47.1900 47.1900 47.5143 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.6429 49.6429 49.6429 49.6429 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.2000 52.2566 52.7655 53.1139 52.2566 53.27655 53.1139 53.2777 53.6600 54.6521 54.6531 54.6531 54.6531 55.2531 55.2531 55.5331 55.6200 55.2335 56.2333 56.2333	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.82572 1.72572 1.66572 1.66572 1.62572 1.642577 1.642577 1.6425777 1.6425777 1.6425777 1.6425777 1.64257777777	I/11 19 33 34 46 18 29 25 40 25 29 40 45 29 40 45 29 40 45 29 40 45 29 40 44 45 24 45 24 46 46 47 29 40 40 40 20 20 20 20 40 40 40 40 20 20 20 20 40 40 40 40 20 20 20 20 40 40 40 20 20 20 20 40 40 40 20 20 20 40 40 40 20 20 20 40 40 40 20 20 20 40 40 40 20 20 20 40 40 20 20 20 40 40 20 20 20 40 40 20 20 20 20 40 40 20 20 20 20 20 40 40 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2	PHEM [desg] 0.10000 0.14000 0.14000 0.12000 0.14200 0.17200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12200 0.14240 0.12200 0.12200 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.5650 0.5650 0.5650 0.5650 0.5500 0.52600 0.52200 0.52200 0.52200 0.52200 0.52200 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220 0.52220<	Internetty (Counte) 15 30 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 21 22 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 133 439 102 105 121 228 162 280 155 171 184 207 155 171 184 207 155 173 184 102 241 152 133 207 156 238 170 96 152 178 120 77 126 155 120 178 120 75 120 77 126 155 120 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 155 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 127 126 126 127 126 126 127 127 126 126 127 127 126 126 127 127 126 126 127 127 126 127 126 127 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 127 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 127 126 126 127 126 126 127 126 126 127 126 127 126 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 126 127 127 126 127 126 127 126 127 127 126 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 126 127 127 127 126 127 127 127 126 127 127 127 127 127 127 127 127 127 127	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 185 185 188	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7337 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.43562 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3027 7 1.37645 5 1.38277 7 1.37645 5 1.382606 5 1.35221 4 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%EM In deg] (.13840 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22710 .22550 .22710 .15600 .136000 .15600 .11140 .26600 .11400 .18600 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 45 56 51 51 47 27 51 41 27 51 41 42 29 34 45	tagratad Int Counts) 350 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 590 459 459 459
Pennk no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 123 124 125 126 127 128 129 120 131 131 132 132 132 133 134 135 136 137 138 139 139 130 131 134 135 136 137 138 139 139 130 131 138 139 139 139 139 139 139 139 139 139 139	2Theta (deg) 45.5700 46.6694 46.8990 47.1900 47.1900 47.543 49.0497 49.0513 49.789 49.789 49.780 49.6029 49.675 49.2380 49.6029 49.675 50.7783 50.2354 50.4600 50.7783 51.1060 51.2309 52.1660 52.7655 53.1339 52.2006 52.7655 53.1339 52.2006 52.7655 53.1339 52.2006 52.7655 53.1339 52.2006 52.7655 53.1339 52.2005 53.2538 54.6525 54.8000 55.1650 55.2533 55.2533 55.2533 55.2333 56.2333 56.2333 56.2333 56.2333 56.2333	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.87544 1.82506 1.85582 1.84558 1.84558 1.84558 1.81122 1.82696 1.81122 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79278 1.79284 1.79284 1.79284 1.79284 1.66252 1.66552 1.66552 1.66552 1.66552 1.66552 1.66552 1.665552 1.6655555555555555555555555555555555555	I/111 19 33 34 46 18 39 40 25 40 25 39 40 44 35 24 45 24 45 24 24 24 24 24 24 25 26 20 19 25 21 20 19 25 21 20 19 25 20 10 1 2 25 20 10 1 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	PHEM [desg] 0.10000 0.14000 0.12000 0.14000 0.12020 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12120 0.12200 0.12000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12200 0.12200 0.25500 0.25000 0.12200 0.52500 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.122100 0.25210 0.25210 0.25210 0.2521170 0.2521170	Intensity (Counts) 15 10 24 20 20 20 20 20 20 20 21 22 20 20 21 22 20 20 21 22 20 20 20 21 22 20 20 21 22 20 20 21 22 27 27 27 27 27 22 27 27 27 27 27 27	Integrated Int (Counts) 81 259 133 439 102 105 121 228 162 230 155 155 155 155 157 162 238 170 96 136 136 136 136 136 136 136 137 77 104 52 92 156 56 0 177 158 36 0 177 158 36 0 177 158 36 158 36 162 173 163	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 184 185 185 185 189	2Theta (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8500	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3027 7 1.37645 5 1.38207 7 1.37645 5 1.3820 7 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%GM In (deg) (.13840 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .36000 .136000 .13600 .13600 .13600 .13600 .13400 .14800</pre>	tensity In Counts) (49 45 56 51 51 43 27 53 46 43 27 53 44 43 27 34 45	tagratad Int Crunts) 332 550 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 578 230 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 122 123 124 125 126 127 128 129 129 129 129 129 129 129 129 129 129	27hnit.a (deg] 45.5700 46.6207 46.6207 46.6207 47.5107 47.5143 47.5143 48.5019 49.6129 49.6129 49.6129 49.6129 50.5703 50.525 51.5069 51.4465 51.51069 51.4465 51.1069 51.4465 51.1069 52.5065 52.5120 52.21869 52.21869 52.21869 52.21869 52.21869 52.21855 52.21797 53.217977 53.21797 53.21797 53.217977 53.217977 53.217977 53.2179	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.94474 1.93572 1.93474 1.93572 1.93474 1.92546 1.92446 1.92293 1.93544 1.92596 1.93541 1.93541 1.93512 1.93514 1.93514 1.93595 1.73549 1.77350 1.77550 1.77550 1.775700 1.775700 1.77570000000000000000000000000000000000	I/111 19 33 33 46 18 29 25 40 25 39 40 25 24 45 24 45 24 45 24 25 26 20 5 21 20 19 25 21 20 19 25 21 20 20 2 2 20 20 2 20 20 2 20 20 20 20 2	Identify 1 (dett) 0.10000 0.14000 0.12000 0.14000 0.12020 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.12000 0.14240 0.12000 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.2520 0.25200 0.25200 0.25200 0.25200	Intensity (Counts) 15 10 24 20 20 20 20 20 20 21 22 20 20 20 22 20 20 22 22	Integrated Int (Counts) 81 259 183 102 105 105 121 122 280 155 171 144 241 144 241 144 241 144 241 144 241 155 174 144 144 241 155 155 156 156 156 156 156 156 156 15	Pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 184 185 186 186 189	2Theta (dmg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.8400 65.8400 65.8400 67.7335 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (5) 1.43562 (5) 1.43013 (7) 1.41662 (9) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.40031 (6) 1.3027 (7) 1.37645 (5) 1.3027 (7) 1.37645 (5) 1.36266 (5) 1.35221 (4) 1.35221 (4) 1.35221 (4)		<pre>%GM In (deg) (.13840 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22750 .22550 .22710 .36000 .13600 .13600 .13600 .13600 .13600 .13600 .1400 .1400</pre>	tensity In Counts) (49 56 56 51 51 27 27 40 40 30 46 45 34 45	tegrated Int Cruntwj 192 1025 1025 1025 1025 1025 1025 1025 102
Penak no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	275n=t.a (dmg] 45.5700 46.6430 47.3900 47.3900 47.3143 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 50.013 50.013 50.013 50.013 50.013 51.1040 51.	d (A) 1.99003 1.9225 1.92293 1.93572 1	I/11 19 23 24 24 25 25 24 25 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 44 45 24 24 24 24 24 24 24 24 24 24	PHEM (deg) 0.15000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17430 0.17420 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.17200 0.12200 0.15000 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.02560 0.02560 0.02560 0.02560 0.02560 0.12200 0.12200 0.25260 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12	Intensity (Counts) 15 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 103 105 111 228 162 200 155 111 128 162 200 155 111 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 105 116 126 126 126 126 126 126 126 126 127 120 77 104 52 22 56 0 17 158 22 156 23 20 17 158 22 156 23 20 17 18 23 20 17 18 24 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.42444 (1.4252 5 1.42013 7 1.41662 9 1.4093 6 1.4093 6 1.4093 5 1.30727 7 1.37645 5 1.30727 7 1.37645 1 1.36666 5 1.35221 4 1.35221 4		<pre>%GM In deg] (1.13030 (1.23440 23440 20000 .20720 .22550 .22750 .32710 .36000 .13600 .13600 .13140 .20660 .13400 .13600</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 51 51 27 27 46 30 46 30 34 45	tegrated Int Counts) 352 1025 1025 757 846 679 216 520 459 372 578 230 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 126 127 128 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	237bmt.a (dmg) 45.5700 46.6484 46.8930 47.1900 47.1900 47.5143 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 50.513 50.513 50.513 51.500 52.5066 52.7655 53.5060 52.5066 52.7655 54.6251 54.6251 54.4251 54.4251 54.4251 55.2030 55.2031 55.	d (A) 1.99003 1.92253 1.92293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84558 1.85505 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.83529 1.83529 1.83529 1.83529 1.73544 1.73548 1.73548 1.73548 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.74542 1.73548 1.64545 1.645573 1.64545 1.64545 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.64545 1.64557 1.645455 1.64545 1.64545 1.64545 1.64545 1.64545 1.64545 1.64545 1.6454	I/11 19 38 31 44 45 29 25 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 44 34 45 24 45 24 45 24 25 26 27 29 40 25 29 40 25 29 40 25 29 40 20 20 40 44 20 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 20 20 20 40 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2	PHEM [disg] 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17420 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.12200 0.15100 0.15000 0.15000 0.15000 0.15200 0.15200 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.02420 0.024170 0.024170 0.02420 0.024170 0.024170 0.12200 0.12200 0.02470 0.12200 0.12200 0.224470 0.22470 <t< td=""><td>Intensity (Counts) 15 20 24 20 25 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20</td><td>Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 290 155 171 144 200 155 171 144 201 207 156 207 156 218 170 96 136 152 0 178 156 217 156 218 156 218 156 217 156 218 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 217 156 218 156 217 157 158 158 158 158 158 158 158 158 158 158</td><td>pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189</td><td>2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4400 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600</td><td>d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.30172 1 1.3725 4 1.36266 5 1.38277 7 1.37245 5 1.38227 4 1.35224 4 1.35221 4</td><td></td><td><pre>WGM In deg] (1.13840 28440 38420 20000 20720 22550 22750 32710 36000 13600 13600 13600 18600 18500</pre></td><td>tensity In Counts) (49 56 58 79 61 51 40 51 41 42 27 51 46 38 46 39 44 45</td><td>tegrated Int Cruntwi 350 1555 1095 1225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 290 459 459</td></t<>	Intensity (Counts) 15 20 24 20 25 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 290 155 171 144 200 155 171 144 201 207 156 207 156 218 170 96 136 152 0 178 156 217 156 218 156 218 156 217 156 218 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 218 156 217 156 217 156 218 156 217 157 158 158 158 158 158 158 158 158 158 158	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4400 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.30172 1 1.3725 4 1.36266 5 1.38277 7 1.37245 5 1.38227 4 1.35224 4 1.35221 4		<pre>WGM In deg] (1.13840 28440 38420 20000 20720 22550 22750 32710 36000 13600 13600 13600 18600 18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 61 51 40 51 41 42 27 51 46 38 46 39 44 45	tegrated Int Cruntwi 350 1555 1095 1225 757 846 679 216 520 459 372 590 578 290 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 134 135 136 137 138 139 130 137 138 139 130 131 135 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 136 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 138 137 137 137 137 138 137 137 137 137 138 137 137 137 137 137 137 137 137 137 137	275mit.a (dmg) 45.5700 46.6694 46.62107 46.6694 46.6990 47.1900 47.5143 40.5013 40.7019 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 49.0475 49.029 50.1702 50.1702 50.1702 50.029 49.0475 50.029 49.0475 50.1702 50.1702 50.1702 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 52.5066 52.7655 52.7655 52.7655 52.7655 52.7655 52.2000 52.5066 52.7655 52.2000 52.5066 52.7655 52.2000 52.5066 52.27655 54.0591 54.4620 55.2031 55.20323 55.	d (A) 1.99003 1.92253 1.924274 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84558 1.83520 1.83520 1.83520 1.83520 1.83524 1.772550 1.74242 1.73248 1.772550 1.74242 1.73248 1.772550 1.74242 1.73248 1.772550 1.74523 1.75544 1.72559 1.662577 1.66257 1.66257 1.66257 1.6625777 1.6625777 1.6625777 1.66257777 1.662577777777777777777777777777777777777	I/11 19 13 14 14 14 14 14 14 14 14 14 14	PHEM [desg] 0.10000 0.14000 0.14200 0.17630 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.12200 0.15000 0.10000 0.10000 0.15000 0.15000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.04550 0.04570 0.04570 0.04570 0.04570 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12201 0.1	Internetty (Counte) 15 20 24 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 121 228 162 230 155 171 144 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 207 155 208 102 102 208 102 105 105 102 105 105 102 102 105 102 105 102 105 102 105 102 105 105 105 105 105 105 105 105 105 105	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 184 185 186 187 188	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3027 7 1.37645 1 1.3725 4 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%GM In deg] (.13840 .28440 .32440 .20000 .20720 .22550 .32710 .36000 .13600 .13600 .13400 .28660 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 63 51 42 27 53 46 38 46 38 46 39 34 45	tegrated Int Counts) 350 550 1095 757 846 679 216 520 459 372 590 459 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 123 124 125 126 127 128 129 130 131 132 134 135 136 137 138 139 141 142 143 144 145 144 145 151 152 153 153 154 155 155 155 155 155 155 155 155 155	27hmt.s (dag) 45.5700 46.6694 46.82107 46.6694 46.82107 47.1900 47.1900 47.5143 48.5513 48.7809 49.6429 49.6429 49.6429 49.6429 49.6429 49.6429 50.7783 50.2354 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.1060 51.209 52.5666 52.7655 52.1159 52.27655 52.1159 52.27655 52.1159 52.27655 52.1299 52.5666 52.27655 53.139 54.6205 55.2331 55.4300 55.2331 55.4300 55.2331 55.4303 55.2331 55.2333 56.2333 56.2333 56.2333 56.2333 56.2333 57.5641 57.2355 57.5641 57.9247 59.9347 59.9347 57.9247 59.9347 57.9247 57.9	d (A) 1.99003 1.92263 1.92293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.82572 1.772510 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.662522 1.552550 1.552520	I/111 19 18 20 25 40 25 40 25 29 40 45 24 45 24 45 24 45 24 25 20 19 24 25 20 19 24 25 20 20 20 21 21 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PMEM [desg] 0.10000 0.14000 0.12000 0.14200 0.17030 0.12000 0.14200 0.171200 0.14200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12200 0.12200 0.12200 0.00000 0.	Internetty (Counte) 15 30 26 37 14 22 20 32 20 31 32 20 31 32 20 31 32 20 20 20 20 21 32 20 20 20 21 22 20 20 21 27 27 27 27 20 21 27 27 20 21 27 27 27 20 20 20 21 35 28 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 133 439 102 105 121 228 162 280 155 177 144 241 102 241 102 241 102 241 133 207 155 120 155 177 164 152 155 120 77 77 104 152 155 120 77 158 120 77 158 120 77 158 120 77 158 120 77 158 120 77 158 120 77 120 72 120 77 120 72 120 72 120 77 120 72 120 72 120 72 120 72 120 72 72 120 72 72 72 72 72 72 72 72 72 72 72 72 72	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 183 185 185 185	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7337 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8500	d [/ (A) 1.44244 (1.43562 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.3017 7 1.37645 5 1.38277 7 1.37645 5 1.382606 5 1.35224 4 1.35221 4 1.35221 5		<pre>%EM In deg] (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22710 .32600 .13600 .13600 .11140 .20660 .11140 .20660 .13400 .13400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 68 51 41 27 58 46 29 24 45	tegrated Int Counts) 350 1095 0 11225 757 846 679 216 520 459 372 590 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 123 124 125 126 127 128 129 120 131 131 132 132 134 135 136 137 138 139 139 139 139 139 139 139 139 139 139	2Theta (deg) 45.5700 46.6694 46.82107 46.6694 46.82107 47.1900 47.1900 47.5143 48.5513 48.7892 49.7180 49.6029 49.675 49.2380 49.675 49.2380 50.825 51.1060 51.1060 51.1209 51.4466 51.1725 52.0666 52.7655 53.1319 52.2666 52.7655 53.1319 52.2666 53.238 54.6251 54.6251 54.6251 55.2331 55.2501 55.2331 55.25333 56.23333 57.2341 57.23535 57.23535 57.23535 57.23535 57.23535 57.23535 57.23535 57.23555 57.235555 57.2357555755555555555555555555555555555	d (A) 1.99003 1.97265 1.96293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.87544 1.82506 1.87544 1.82506 1.87544 1.82506 1.81227 1.83529 1.84558 1.83529 1.81227 1.73551 1.74551 1.74528 1.73551 1.74528 1.73551 1.74528 1.73551 1.74528 1.73551 1.74528 1.73551 1.74528 1.73551 1.74542 1.73551 1.74542 1.73551 1.74542 1.73551 1.64557 1.64557 1.64552 1.555550 1.55555858 1.555558 1	I/111 19 19 25 46 18 29 25 40 25 29 40 45 24 45 24 45 24 45 24 24 24 24 24 25 26 20 19 24 25 28 28 20 19 29 24 26 20 19 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	PMEM [desg] 0.10000 0.14000 0.12000 0.14000 0.12000 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.12100 0.12200 0.12200 0.10000 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12200 0.12100 0.12100 0.12200 0.12100 0.12100 0.5500 0.51200 0.51200 0.51200 0.51200 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52210 0.52340 0.512340 0.5	Intensity (Counts) 15 10 26 27 14 20 20 20 20 20 20 21 22 20 20 20 21 22 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	Integrated Int (Counts) 81 259 133 439 102 105 121 228 162 280 155 155 155 155 155 238 270 154 241 102 241 102 241 152 238 170 96 133 207 156 238 170 96 136 152 96 155 156 156 157 162 158 164 158 165 158 165 116 158 165 163 177 128 163 177 128 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 164 155 177 177 164 155 177 164 155 177 177 186 177 186 177 177 186 177 177 186 177 177 187 187 187 187 187 187 187 187	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.733 67.4600 68.5300 69.2300 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30207 7 1.37645 5 1.38207 7 1.37645 5 1.38207 7 1.37645 5 1.38207 7 1.37645 5 1.38207 7 1.37245 5 1.38207 7 1.37255 7 1.37255 7 1.37255 7 1.37255 7 1.37255 7 1.37255 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37257 7 1.37577 7 1.375777 7 1.37577 7 1.375777 7 1.375777 7 1.37577777777777777777777777777777777777		<pre>%GM In (deg) (.13830 .28440 .19120 .00000 .20720 .22550 .22710 .32600 .136000 .13600 .13600 .11140 .26600 .11400 .18600 .11400 .18500</pre>	tensity In Counts) (49 45 56 51 51 41 27 53 46 43 27 53 46 43 29 34 45	tegrated Int Counts) 392 500 1095 1095 777 846 629 459 459 578 260 459 459 459 459
Panak no. 112 113 114 115 115 116 117 118 120 120 120 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	27hntha (deng) 45, 5700 46, 62107 46, 6280 47, 1303 47, 1403 48, 5710 47, 1403 48, 5710 48, 5210 49, 6420 50, 1783 49, 6420 50, 1783 50, 140 50, 1783 50, 140 50, 1783 50, 140 51, 140 51, 140 52, 020 53, 130 52, 1869 52, 1869 53, 130 54, 6521 54, 6521 54, 6521 54, 6521 54, 6521 54, 6521 54, 6521 54, 6521 55, 2030 55, 2031 56, 2740 55, 2030 55, 2031 56, 2740 55, 2031 56, 2740 57, 2235 57, 5641 57, 5237 59, 9047 59, 9047 50, 9047 50, 9047 50,	d (A) 1.99003 1.92265 1.92293 1.924293 1.93572	I/11 19 30 31 32 32 34 44 45 34 45 34 44 25 34 40 25 34 40 25 34 44 45 34 44 25 34 44 25 34 44 25 34 44 25 34 44 25 34 44 25 34 44 25 34 25 34 44 25 34 44 25 25 26 26 26 26 26 26 26 26 26 26	PHEM (deg) 0.10000 0.14000 0.14000 0.14000 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.14240 0.14250 0.15000 0.10000 0.10000 0.12000 0.121000 0.121000 0.121000 0.12200 0.121000 0.121000 0.121000 0.122000 0.122000 0.122000 0.121200 0.121200 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000 0.122000	Intensity (Counts) 15 26 27 14 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 102 105 111 203 162 205 155 171 184 102 207 207 207 207 207 207 207 207 207 2	pmak no. 174 175 175 177 179 180 182 182 184 185 186 186 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.4244 6 1.4254 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.40031 8 1.30723 3 1.3725 4 1.36266 5 1.35224 4 1.35224 4 1.3522 4		<pre>WGM In deg] (1.13030 (1.13040 20440 13120 .00000 .20720 .22550 22710 34600 14600 10600 1140 10600 10500</pre>	tensity In Counts) (49 56 56 51 51 27 27 46 30 46 30 34 45	tegrated Int Counts) 352 1025 1025 757 846 679 226 520 459 372 230 459 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	275nit.a (dmg] 45.5700 46.6230 47.3900 47.3900 47.3900 47.3141 48.0013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 48.013 50.013 50.013 50.013 50.025 51.1040 51.1300 51.4400 51.1300 51.4400 51.1300 52.5046 52.0200 52.5046 52.1650 55.1650 55.1650 55.1231 54.0591 54.4659 55.51331 55.620 55.5231	d (A) 1.99003 1.92253 1.92293 1.92474 1.93572	I/11 19 23 24 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 24 25 25 24 25 25 26 26 27 27 26 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	PHEM (deg) 0.15000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17430 0.17420 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.17200 0.12200 0.15000 0.10000 0.10000 0.10000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12200 0.12100 0.12200 0.12	Intensity (Counts) 15 20 24 20 25 20 30 32 20 31 32 20 31 32 20 31 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 32 20 20 32 20 32 20 32 20 20 32 20 20 32 20 20 32 20 20 32 20 20 32 20 20 20 32 20 20 20 32 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 103 105 111 218 142 200 105 111 128 142 200 155 111 144 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 102 241 105 114 126 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 156 218 207 207 207 207 207 207 207 207 207 207	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.6500 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.42444 (1.4252 5 1.42013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 5 1.30727 7 1.37645 5 1.30727 7 1.37645 1 1.36266 5 1.35221 4 1.35221 4		<pre>WGM In deg] (1.13030 (.13040 (.13120 .00000 .20720 .22550 .32710 .36000 .13600 .13600 .13140 .20660 .131400 .13600 .13600</pre>	tensity In Counts) (49 56 58 79 51 51 27 27 46 30 46 30 34 45	tegrated Int Counts) 352 1025 1025 757 846 679 216 520 459 372 578 230 459
<pre>pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120</pre>	275mit.a (dmg) 45.5700 46.6484 46.8930 47.1900 47.1900 47.9497 48.5013 48.5013 48.7849 49.0029 49.0750 49.029 49.0750 50.1783 50.4450 51.1040 51.4466 51.1040 51.4466 51.11040 51.4466 51.11040 51.4466 51.11040 51.4466 51.11040 51.4205 52.5066 52.7655 52.000 52.5066 52.7655 54.0591 54.0591 54.4659 55.9315 54.4591 55.9315 55.9315 55.9315 55.9325 56.5333 56.5333 56.5333 56.5333 56.5333 57.5541 57.92177 59.2765 57.5541 57.92177 59.2764 57.92177 59.2764 57.92177 59.2765 57.5541 57.9217 59.4326 57.9217 57.2254 57.9217 57.2255 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2355 57.9217 57.2354 57.9217 57.2355 57.5541 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.9217 57.2354 57.2345 57.2347 57.2354 57.2354 57.2354 57.2347 57.2357 57.2354 57.2554 5	d (A) 1.99003 1.92253 1.92293 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84558 1.85595 1.84558 1.84558 1.84558 1.84558 1.83595 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.83512 1.73555 1.64235 1.64257 1.55250 1.55250 1.55250 1.55250 1.55250 1.552518 1.55259 1.552518 1.55259 1.5525	I/11 19 38 31 44 45 29 40 25 40 25 40 25 40 25 40 45 24 45 24 45 24 45 24 45 24 34 45 26 30 44 45 27 28 29 40 44 29 29 40 44 29 20 40 44 29 20 40 44 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 40 40 20 20 20 40 40 20 20 20 20 20 20 20 20 20 2	PHEM [des] 0.10000 0.14000 0.14000 0.14200 0.17420 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.14240 0.14240 0.12100 0.15100 0.15000 0.15000 0.15200 0.15200 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.5240 0.51240 0.51240 0.51240 <	Internetty (Counte) 15 20 24 20 25 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 239 102 105 121 228 142 200 155 171 144 241 162 241 162 207 156 208 176 156 207 176 156 218 162 156 218 170 96 136 156 218 156 22 218 156 22 218 156 22 218 156 22 218 156 22 218 156 22 218 156 22 218 156 22 22 25 22 25 22 25 22 25 22 26 26 27 28 26 26 27 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28 28	pmak no. 174 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 189	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1400 65.5400 66.7135 67.4400 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 7 1.3725 5 1.38207 7 1.37265 5 1.38227 7 1.37265 7 1.37265 5 1.38277 7 1.37277 7 1.372777 7 1.372777 7 1.37277777777777777777777777777777777777		<pre>WGM In deg] (1.32440 22440 22440 20000 20720 22550 32710 36000 36000 36000 31400 28660 24660 14400 18500</pre>	81	tegrated Int Counts) 350 1035 1025 757 846 679 520 459 372 578 290 459
Pank no. 112 113 114 115 116 117 118 120 120 122 124 125 126 127 128 129 120 120 121 122 123 124 123 124 125 126 127 128 129 120 120 120 120 120 120 120 120 120 120	275mit.a (dmg) 45.5700 46.649 47.1900 47.1900 47.5143 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 48.5013 49.6029 50.1310 50.6255 51.1060 51.13009 52.5066 52.7655 51.1060 52.5066 52.7655 53.2315 54.6029 52.5066 52.7655 54.6029 52.5066 52.7655 54.6029 52.5066 52.7655 54.6029 52.5066 52.7655 54.6029 52.5066 55.2331 55.2031	d (A) 1.99003 1.92253 1.92474 1.93572 1.83572 1.83572 1.83572 1.83572 1.84514 1.85505 1.83513 1.84558 1.83513 1.84558 1.83523 1.83524 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77851 1.77852 1.77852 1.77854 1.77854 1.77855 1.77854 1.77855 1.77854 1.7685731 1.669555 1.6595731 1.6695731 1.552546 1.55	I/111 19 18 21 24 25 25 240 25 240 25 240 25 24 25 24 25 24 25 24 25 26 25 26 25 26 26 26 26 27 27 26 26 27 27 26 26 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27 27	PHEM [des] 0.1000 0.14000 0.14200 0.17420 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14200 0.14240 0.12200 0.15100 0.10000 0.15000 0.15000 0.12000 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.12100 0.02520 0.04500 0.04170 0.12100 0.04500 0.04170 0.12200 0.04530 0.04170 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.12200 0.122	Internetty (Counte) 15 20 24 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20 20	Integrated Int (Counts) 81 259 133 419 102 105 121 228 142 230 155 155 155 155 155 155 155 155 155 15	pmak no. 175 175 175 177 179 180 181 182 183 184 185 186 187 188	2Theta (deg) 64.5538 64.9000 65.1800 65.5400 65.5400 66.7135 67.4600 67.7457 68.0600 68.2800 69.1006 69.1006 69.4530 69.8600	d [/ (A) 1.44244 (1.4352 5 1.43013 7 1.41662 9 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 6 1.40031 7 1.3725 5 1.38207 7 1.37245 5 1.38207 7 1.37245 1 1.36266 5 1.38221 4 1.35224 4 1.35221 4		<pre>WGM In deg] (1.13840 28440 28440 </pre>	tensity In Counts) (39 51 52 51 52 51 43 27 53 44 45 45 45 46 39 34 45	tegrated Int Counts) 350 550 1095 757 846 520 520 459 372 578 230 459 459

4. Pengaruh Suhu terhadap Proses Deposisi MnO₂

a. KASP/MnO₂ (65 °C)

		Basic Date	Process	•••				
Group		Standard						
Date		Mh02#KASP#65	se					
e Shee	the second	1 mesks						
no.	peak	2Theta	d	1/11	14638	Intensity	Integrated	Int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
1	52	66.4600	1.40565	100	2.34660	59	5863	
2	51	45, 8000	1.41014	85	1.40000	47	2147	
-								
# Peak	: Data	List						
	peak	2Theta	d	1/11	1 PWGM	Intensity	Integrated	Int
	1	(deg) 11.5400	7.66198	17	0.44000	10	274	
	2	13,2200	6.69183	12	0.08000	7	82	
	3	14,1166	6.26876	10	0.16670	6	56	
	4	15.0550	5.88006	5	0.03000	3	6	
	2	16.7500	5.28866 A 96195		0.10000		39	
	7	18.9500	4.67934	20	0.34000	12	262	
		20.1200	4.40979	31	0.74000	18	646	
	9	20.6800	4.29163	44	0.96000	26	1152	
	10	21.5000	4.12976	39	0.00000	23	0	
	11	22.9200	3.87702	58	1.64000	34	3005	
	13	25,1800	3.53393	61	1,16000	36	3006	
	14	26.1200	3.40884	46	0.00000	27	0	
	15	27.0800	3.29013	36	1.14000	21	1608	
	16	28.4100	3.13906	27	0.70000	16	536	
	10	29.3933	2 91828	19	0.29330	11	210	
	19	31.8900	2.80400	20	0.30000	12	284	
	20	32.9400	2.71698	15	0.16000	9	138	
	21	33.7600	2.65284	27	0.44000	16	541	
	22	34.7066	2.58262	27	0.38670	16	501	
	24	38.4800	2.33760	50	1.40000	34	2259	
	25	39.6400	2.27183	42	1.04000	25	1166	
	26	41.0408	2.19746	57	0.46830	31	872	
	27	41.8575	2.15645	41	0.51500	24	601	
	28	42.4920	2.12571	39	0.37600	23	483	
	20	44.5000	2.03434	25	0.44000	15	410	
	31	45,1550	2.00634	25	0.69000	15	526	
	32	46.6800	1.94429	5	0.06000	3	19	
	33	47.3300	1.91909	19	0.14000	11	131	
	34	48.3250	1.88187	20	0.41000	12	374	
	36	50.3480	1.81090	32	0.17600	19	403	
	37	51.2800	1.78015	31	0.18000	18	326	
	38	52.2200	1.75030	27	0.16000	16	195	
	39	53.0050	1.72621	25	0.37000	15	383	
	40	53.9325	1.69870	32	0.53500	19	577	
	42	56,8566	1.61808	29	0.55330	17	529	
	43	57,9250	1.59075	19	0.13000	11	103	
	44	58,7900	1.56939	24	0.26000	14	320	
	45	59.4525	1.55347	25	0.31500	15	301	
	46	60.9030	1.51990	14	0.06600		40	
	48	62.3700	1.48763	25	0.51340	15	383	
	49	64.0600	1.45240	37	0.94660	22	1310	
peak	2Th	sta d	. 1	/11	29628	Intensity	Integrated	Int
no.	(deg	3) (A	L)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
50	64.4	6800 1.4	3997	51	0.00000	30	0	
51	65.1	8000 1.4	1814	80	0.96000	47	2147	
52	66.4	1.4	0565 1	76	2.34660	59	5863	
54	69	6000 1 3	4971	73	0.00000	43		
							-	

b. KASP/MnO₂ (80 °C)

	··· Basic D	ata Process	•••				
Group	. Standard						
Data	 KASP@mo2 	208					
• Stronge	st 3 peaks						
no. peal	k 2Theta	d	1/11	24630	Intensity	Integrated	Int
no	. (deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
1 26	37.5600	2.39272	100	1.00000	51	2465	
2 25	36.8600	2.43653	94	1.24000	40	2079	
3 58	65.9200	1.41585	24	1.02660		3927	
# Peak Dat	ta List						
Pear	k 2Theta	d	1/11	PROM	Intensity	Integrated	Int
10	. (deg)	7 93973	6	0.03000	(Counce)	(counce)	
2	11,9400	7.40618		0.04000	5		
3	13,5200	6.54401	20	0.32000	10	257	
4	15.4133	5.74417	12	0.05330	6	58	
5	16.4350	5.38930	12	0.11000	6	81	
6	17,7400	4.99568	20	0.58000	10	274	
7	18.2150	4.86647	29	0.35000	15	301	
	19.1200	4.63812	35	0.46660	18	595	
	20.0000	4.43598	4.1	0.48000	22	547	
10	20.8600	4.06256		0.00000	12	2073	
12	23,1800	3,83411	73	0.00000	37	š	
13	24,5600	3.62171	84	0.00000	43	0	
14	24,9800	3.56176	76	0.00000	39	0	
15	26.8200	3.32144	67	0.84000	34	3578	
16	28,2325	3.15839	33	0.65500	17	856	
17	29.8100	2.99475	16	0.08000		65	
18	29.9800	2.97815	16	0.04000		28	
19	30.3000	2.94742	27	0.60000	14	367	
20	31.5200	2.83607	16	0.12000		114	
22	33,8075	2 64922	29	0.41500	15	598	
23	34,9170	2.56754	18	0.14600	2	152	
24	35,8600	2.50215	39	0.52000	20	687	
25	36.8600	2.43653	94	1.24000	48	2079	
26	37,5600	2.39272	100	1.00000	51	2465	
27	38.7200	2.32366	57	0.00000	29	0	
28	39.4600	2.28177	49	0.52000	25	1071	
29	40.1233	2.24557	45	0.71330	23	984	
31	41 1400	2 19239	29	0.40000	15	45.0	
32	42,4283	2.12875	29	0.16330	15	162	
33	43,4550	2.08081	24	0.37000	12	243	
34	43,9530	2.05838	18	0.12600	9	127	
35	45.0400	2.01120	31	0.22000	16	412	
36	46.2900	1.95975	10	0.06000	5	2.9	
37	47.5083	1.91230	10	0.11670	2	106	
38	48.3850	1.87968	16	0.23000		169	
40	50 0466	1 82110	22	0.47670		321	
41	50,8733	1.79343	51	0.41330	26	711	
42	52,1660	1.75199	53	0.33200	27	661	
43	53,4600	1.71259	33	0.20000	17	357	
44	54.0550	1.69513	27	0.39000	14	402	
45	55,1200	1.66488	37	0.24000	19	414	
46	56.0000	1.64078		0.04000	2	21	
47	56.2075	1.63521	18	0.13500	9	78	
40	57.4200	1.60353	11	0.22000	19	417	
	38.3399	1.58017		0.47340			
peak	2Theta	d	1/11	24634	Intensity	Integrated	Int
no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
50	59,1540	1.56060	31	0.25200	16	347	
51	60.0400	1.53967	16	0.12000		96	
52	60.6100	1.52655	33	0.58000	17	440	

50	59,1540	1.56060	31	0.25200	16	347	
51	60.0400	1.53967	16	0.12000		96	
52	60.6100	1.52655	33	0.58000	17	440	
53	61.0250	1.51716	6	0.03000	3	11	
54	61.7300	1.50151	29	0.26000	15	429	
55	62,6100	1.48250	33	0.22000	17	298	
56	63.5666	1.46248	27	0.18670	14	146	
57	64.4550	1.44445	65	0.67000	33	1024	
58	65.9200	1.41585	24	1.82660	48	3927	
59	66.8200	1.39895	80	0.00000	41	0	
60	67.3400	1.38941	80	1.30000	41	2354	
61	69,4800	1.35175	76	1.34000	39	2005	

c. KASP/MnO₂ (95 °C)

 Basic	Dete	Process	

1	KASP#Mh02#0	6gram				
Strongest	3 peaks					
no. peak	2Theta	d	1/11	PROM	Intensity	Integrated In
no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1 24	36.7600	2.44293	100	1.71000	102	7230
2 25	37.3800	2.40382	97	0.00000	99	0
3 11	22,5200	3.94497	90	0.00000	92	•
Peak Data	List					
peak	2Theta	d	1/11	140.04	Intensity	Integrated In
no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1	11.0700	7.98621	9	0.10000	9	81
2	11,9100	7.42477	11	0.26000	11	166
3	12.8433	6.88724	3	0.04670	3	13
4	13,9300	6.35231	5	0.10000	5	43
5	14,9600	5.91719	10	0.28000	10	253
6	16.0483	5.51828	10	0.19670	10	211
7	17.5000	5.06365	26	0.88000	27	1552
	18.5600	4.77678	44	1.28000	45	2142
9	19,9000	4.45805	61	1.84000	62	6129
10	21.1000	4.20714	78	0.00000	80	0
11	22.5200	3.94497	90	0.00000	92	0
12	23.6600	3.75740	78	0.00000	80	0
13	25.2200	3.52841	82	0.00000	84	0
14	26.4400	3.36830	61	0.00000	62	0
15	27,1000	3.28775	37	0.00000	38	0
16	27.9400	3.19079	35	0.94400	36	2147
17	29.3620	3.03941	24	0.51600	24	917
18	30.4000	2.93795	12	0.00000	12	0
19	30.7800	2.90254	21	0.46000	21	644
20	32.0200	2.79291	7	0.04000	7	39
21	32.6025	2.74433	24	0.47500	24	703
22	34.2000	2.61971	35	1.14660	36	2231
23	35,1000	2.55457	29	0.00000	30	0
24	36.7600	2.44293	100	1.71000	102	7230
25	37.3800	2.40382	97	0.00000	99	0
26	38.8400	2.31676	62	1.88000	67	8332
27	40.1800	2.24253	37	0.00000	38	0
28	41.1400	2.19239	43	1.52000	44	3289
29	42.5400	2.12342	31	0.68000	32	943
30	43.3133	2.08729	32	0.85330	33	1180
31	44.2866	2.04365	23	0.53330	22	61.3
32	45.5900	1.98820	22	0.42000	22	557
22	46.3333	1.95802	25	0.36000	26	627
34	47.1100	1.92754	18	0.16000	18	282
35	48.8200	1.86394	13	0.08000	13	214
36	49.9525	1.82431	16	0.38500	16	606
37	50.9983	1.78932	16	0.46330	16	406
38	52.2100	1.75061		0.26000		160
29	53.0550	1.72470	16	0.59000	16	495
40	54.1833	1.69142	14	0.19330	14	255
41	55.2275	1.66189	17	0.16500	17	379
42	55.8800	1.64402	3	0.00000	3	0
43	56.6100	1.62454	10	0.28000	10	391
44	\$7,5700	1.59971	10	0.06000	10	77
45	58.3883	1.57923	19	0.37670	19	386
46	59.3400	1.55615	28	0.48000	29	1087
47	60.1800	1.53642	15	0.00000	15	0
48	60.4000	1.53135	15	0.24000	15	302
4.9	61.5966	1.50444	22	0.44670	22	804

peak no.	2Theta (deg)	d (A)	1/11	PREM (deg)	Intensity (Counts)	Integrated (Counts)	Int
50	63.2850	1.46831	20	0.55000	20	671	
51	64.9000	1.43562	34	0.48000	35	1064	
52	66.1783	1.41095	60	1.33670	69	3713	
5 3	67.0600	1.39453	36	0.96000	37	1609	
54	68.4666	1.36927	15	0.22670	15	351	
55	69.3790	1.35347	19	0.29800	19	385	

5. Pengaruh pH terhadap Proses Deposisi MnO₂

a. KASP/MnO₂ (Asam)

		Basic Da	te Process				
Group		Standard					
Data	- 11	Mn02#KASP#	Mana				
# Strop	gest	3 peaks	4	7./77	1100.00	Telepathy	Internated Int
	DD.	(deg)	(Å)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1	56	66.8200	1.39895	100	1,98000	58	4511
2	11	22,9200	3.87702	2 98	0.00000	57	0
3	12	23.7600	3.74182	2 93	0.00000	54	0
e Deale	Dete	Link					
	peak	2Theta	d	1/11	2000	Intensity	Integrated Int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
	1	11.0975	7.96648	9	0.04500	5	23
	2	12.3967	7.13434	50	0.82000	29	1316
	4	15,1400	5.84724	í	0.04000	2	1
	5	16.2233	5.45915	5 9	0.03330	5	20
	6	18,2000	4.87044	22	0.08000	13	86
	7	18.8000	4.71634	31	1.14000	18	81.3
		19.9800	4.44038	1 50 73	0.82000	29	939
	10	21.9400	4.04793	91	0.00000	54	0
	11	22.9200	3.87702	2 98	0.00000	57	0
	12	23.7600	3.74182	93	0.00000	54	0
	13	25.0600	3.55050	76	0.00000	44	0
	14	25.4200	3.50110	79	0.00000	46	2
	16	27,4800	3.24315	41	0.00000	24	ĕ
	17	28.5800	3.12077	38	1,12000	22	1457
	18	29,3000	3.04570	34	1.12000	20	968
	19	31.1300	2.87070	10	0.06000	6	48
	20	31.9166	2.80173	22	0.27330	13	100
	22	33,4150	2.67944	33	0.79000	19	708
	23	35.5566	2.52281	14	0.27330		117
	24	37,1350	2.41912	2 76	1.17000	44	2071
	25	37.9000	2.37203	45	0.76000	26	903
	25	39.0583	2.30431	1 31	0.74330	18	5/6
	28	40.8775	2.20586	26	0.15500	15	195
	29	42.2900	2.13540	29	0.66000	17	755
	30	43.4300	2.08195	5 17	0.18000	10	125
	31	44.8300	2.02013	14	0.06000		60
	33	46.3666	1.95670	5	0.06670		22
	34	47.2166	1.92343	1 7	0.07330	4	28
	35	47.9900	1.89423	24	0.38000	14	255
	36	48.9300	1.86001	1 10	0.10000	6	76
	37	49.8750	1.82696	10	0.09000		30
	39	51.0950	1.78616	21	0.17000	12	158
	40	51.9200	1.75971	1.0	0.08000	6	33
	41	52.5000	1.74162	1.9	1.04000	11	430
	42	53.3650	1.71541	26	0.15000	15	130
	44	55,5600	1.65273	29	0.34000	17	235
	45	56.5450	1.62625	29	0.25000	17	360
	46	57.2200	1.60866	10	0.10000	6	68
	47	57.5400	1.60047	5	0.04000	2	12
	49	59.2450	1.58277	22	0.17000	13	196
		33.44443	1.0004		0.0100		1070
peak	2Th	eta	d	1/11	PACIN	Intensity	Integrated Int
no.	(de	3)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
50		1900 1	.53619	38	0.34000	22	471
	60.0			4.9	0.32000	1/	337
51	61.	0200 1	40300	4.7	0 21220		
51 52	61.	0200 1 5866 1 4720 1	48300	41	0.21330	16	370
51 52 53 54	61. 62. 63.	0200 1 5866 1 4720 1 5600 1	48300	41 28 36	0.21330 0.30400 0.52000	16	370 337 841
51 52 53 54 55	61. 62. 63. 64. 65.	0200 1 5866 1 4720 1 5600 1 4800 1	.48300 .46443 .44235 .42430	41 28 36 60	0.21330 0.30400 0.52000 0.52000	16 21 35	370 337 841 942
51 52 53 54 55 56	61.0 62.9 63.4 64.9 65.4	0200 1 5866 1 4720 1 5600 1 4800 1 8200 1	.48300 .46443 .44235 .42430 .39895	41 28 36 60 100	0.21330 0.30400 0.52000 0.52000 1.98000	16 21 35 58	170 137 841 942 4511
51 52 53 54 55 56 57	61. 62. 63. 64. 65. 65. 65.	0200 1 5866 1 4720 1 5600 1 4800 1 8200 1 7800 1	48300 46443 44235 42430 .39895 .38146	41 28 36 60 100 72	0.21330 0.30400 0.52000 0.52000 1.98000 0.00000	24 16 21 35 58 42	370 337 841 942 4511 0
51 52 53 54 55 56 57 58	61. 62. 63. 64. 65. 65. 65. 65. 67. 68.	0200 1 5866 1 4720 1 5600 1 4800 1 8200 1 7800 1 4800 1	48300 46443 44235 42430 .39895 .38146 .36903	41 28 36 60 100 72 74	0.21330 0.30400 0.52000 0.52000 1.98000 0.00000 0.00000	16 21 35 58 42 43	370 337 841 942 4511 0 0

b. KASP/MnO₂ (Basa)

		Hasic Dat	a Process				
Crown		handard					
Data		h02#KASP#b					
# Stron	gest 3	peaks					
no. p	cak	2Theta	d	1/11	1960M	Intensity	Integrated Int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
1	7.4	79.1800	1.20871	100	0.00000	59	
÷	72	78,3800	1 21903	6.9	0.00000	41	ě.
-							-
# Peak I	Data L	det					
P	eak	2Theta	d	1/11	14030	Intensity	Integrated Int
	no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)
	1	10.2100	8.65688		0.06000	5	63
	2	11.5350	7.66529	10	0.23000	6	154
	1	12.3500	6 75705	- 4	0.22000		104
	2	14 2733	6 20029	10	0.10670	2	6.9
	ē.	15,6166	5.66264	10	0.31330	2	186
	-	16.9450	5.22823		0.07000	5	54
		17,5850	5.03937	10	0.15000	6	
	9	18,4400	4.80759	14	0.12000		110
	10	20.3800	4.35412	20	1.04000	12	632
	11	21.6300	4.10523	14	0.14000		86
	12	22.3900	3.96758	17	0.22000	10	216
	13	22.8800	3.88370	10	0.08000	6	76
	14	24.4550	3.63703	15	0.23000	3	137
	15	25.6600	3.46890		0.00000		41
	17	20.5000	3.35088	17	0.32000	10	214
	10	28.6466	3,11367		0.10670	5	67
	19	29,5400	3.02150		0.08000	4	35
	20	30,7906	2.90157	14	0.11470		98
	21	31.6666	2.82327	12	0.18670	7	120
	22	32.9966	2.71245	12	0.15330	7	121
	23	34,1050	2.62679	19	0.37000	11	279
	24	34.9800	2.56306	20	0.33340	12	246
	25	36.0000	2.49274	37	1.12000	22	1224
	26	37.1800	2.41629	37	0.86000	22	896
	27	38.1400	2.35765		0.14000	22	1006
	29	39.9366	2 25564	24	0.32670	14	479
	30	40,9800	2.20058	1	0.04000	2	12
	31	41.7300	2.16275	17	0.26000	10	233
	32	42,8100	2.11065	24	0.26000	14	228
	33	43.7266	2.06851	7	0.05330	4	22
	34	45.5800	1.98862	36	0.44000	21	872
	35	46.9950	1.93199	34	0.41000	20	580
	36	48.2300	1.88536	27	0.42000	16	473
	37	49.2700	1.84797	27	0.54000	16	500
	39	51,4833	1 77760	20	0.33000	10	287
	40	52,3800	1.74533	19	0.24000	11	235
	41	52,9600	1.72757	19	0.24000	11	278
	42	53,6400	1.70727	7	0.12000	4	142
	43	55,2816	1.66039	17	0.17670	10	137
	44	55.5500	1.65300	12	0.16000	7	62
	45	55,8733	1.64420	15	0.16000	9	119
	46	56.5400	1.62638	3	0.00000	2	0
	47	56.8400	1.61851	-7	0.00000	.4	0
	4 H	57.8783	1.59192	20	0.17670	12	238
	9 3 C	38.1400	4.58538	14	0.01000	7	1.4

peak	2Theta	d	1/11	19630	Intensity	Integrated	Int
no.	(deg)	(A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
50	58.4550	1.57758	12	0.07000	7	63	
51	59.5875	1.55028	22	0.21500	13	355	
52	60.6300	1.52609	14	0.06000		55	
57	61.2383	1.51238	5	0.01670	3	14	
54	61.4800	1.50701	10	0.04000	6	47	
55	61.8616	1.49863	15	0.14330	9	109	
56	64.2050	1.44947	37	0.27000	22	589	
57	65.3000	1.42779	44	0.88000	26	1259	
58	65.8600	1.41700	37	0.00000	22	0	
59	65.9800	1.41471	51	0.29340	30	564	
60	66.6000	1.40304	29	0.16000	17	314	
61	67.3600	1.38904	47	0.48000	28	885	
62	69.1750	1.35696	36	0.61000	21	764	
63	70.8100	1.32959	15	0.42000	9	329	
64	72.4933	1.30281	32	0.26670	19	407	
65	72.9900	1.29516	46	0.41000	27	716	
66	73.8433	1.28229	44	0.40670	26	700	
67	74.6800	1.26998	46	0.38860	27	664	
68	75.3850	1.25985	59	0.67000	35	1143	
69	76.2150	1.24818	56	0.77000	33	1802	
70	77.0800	1.23632	51	0.00000	30	0	
71	78.1000	1.22270	8.7	0.00000	49	0	
72	78.3800	1.21903	69	0.00000	41	0	
73	79,1800	1.20871	100	0.00000	59	0	

c. KASP/MnO₂ (Netral)

··· Bast	le.	Dete	Process	
----------	-----	------	---------	--

444444444444444444444444444444444444444	0 54.3 1 55.3 2 55.4 3 56.4 4 57.4 5 58.3 6 59.3 7 60.3 8 60.4 9 61.3 2 61.3 2 61.3	2275 1.66 8000 1.60 5700 1.55 1883 1.55 1800 1.55 1800 1.55 5966 1.55	189 17 1402 3 2454 10 1971 10 1923 19 1615 28 1642 15 1444 22 T/T3	0.16500 0.00000 0.28000 0.37670 0.48000 0.24000 0.24000 0.24000 0.24000 0.24000	17 3 10 19 29 15 15 22	379 0 391 77 386 1087 0 302 804	Pater
4 4 4 4 4 4 4 4 4	0 54.1 1 55.1 2 55.1 3 56.4 4 57.5 5 58.2 6 59.2 7 60.2 8 60.4 9 61.5	2275 1.66 8800 1.64 6100 1.65 7700 1.55 7803 1.57 7400 1.55 1800 1.55 5966 1.50	189 17 1402 3 2454 10 1971 10 1923 19 5615 28 5642 15 1135 15 3444 22	0.16500 0.00000 0.28000 0.37670 0.48000 0.00000 0.24000 0.24000 0.44670	17 3 10 19 29 15 15 22	379 0 391 77 386 1087 0 302 804	
4 4 4 4 4 4 4 4	0 54. 1 55. 2 55. 3 56. 4 57. 5 58. 6 59. 7 60. 8 60.4	2275 1.66 8800 1.64 6100 1.63 5700 1.53 1883 1.55 1800 1.55 1800 1.55	189 17 1402 3 2454 10 1971 10 7923 19 5615 28 1642 15 1135 15	0.16500 0.00000 0.28000 0.06000 0.37670 0.48000 0.00000 0.24000	17 10 19 29 15 15	379 0 391 77 386 1087 0 302	
4 4 4 4 4 4	0 54.3 1 55.3 2 55.4 3 56.4 4 57.5 5 59.3 6 59.3 7 60.3	2275 1.66 8800 1.64 6100 1.65 5700 1.55 3883 1.57 3400 1.55	189 17 4402 3 2454 10 9971 10 7923 19 3615 28 3642 35	0.16500 0.00000 0.28000 0.06000 0.37670 0.48000	17 10 10 19 29	379 0 391 77 386 1087 0	
4 4 4	0 54.3 1 55.3 2 55.4 3 56.4 4 57.5 5 58.3	2275 1.60 8800 1.64 6100 1.63 5700 1.53 3883 1.53	189 17 4402 3 2454 10 2971 10 7923 19	0.16500 0.00000 0.28000 0.06000 0.37670	17 3 10 10	379 0 391 77 386	
4 4 4	0 54.3 1 55.3 2 55.4 3 56.4 4 57.3	2275 1.64 8800 1.64 6100 1.63 5700 1.55	189 17 4402 3 2454 10 9971 10	0.16500 0.00000 0.28000 0.06000	17 3 10 10	379 0 391 77	
4	0 54.3 1 55.3 2 55.4 3 56.4	2275 1.60 8800 1.60 6100 1.63	189 17 402 3 454 10	0.16500	17	379	
4	0 54.3	2275 1.66	189 17	0.16500	17	379	
	0 54.3						
4		1833 1.61	142 14	0.19330	14	255	
3	9 53.0	0550 1.72	2470 16	0.59000	16	495	
1	8 52.3	2100 1.7	061 8	0.26000		160	
	a 49.5 7 50 4	V525 1.83	1932 16	0.34500	16	406	
3	5 48.4	8200 1.86	394 13	0.08000	13	214	
3	4 47.3	1100 1.93	2754 18	0.16000	18	282	
3	3 46.3	1.9	5802 25	0.36000	26	627	
- 5	2 45.5	5900 1.90	1820 22	0.42000	22	557	
	u 43.3	2066 2.00	1729 32	0.85330	33	1180	
2	9 42.5	5400 2.13	2342 31	0.68000	32	943	
2	8 41.1	1400 2.15	239 43	1.52000	44	3289	
2	7 40.1	1800 2.24	253 37	0.00000	30	0	
2	a 37.3 6 30 5	ADD 2.40	1382 97	0.00000	99	8332	
2	4 36.1	7600 2.44	293 100	1.71000	102	7230	
2	3 35.3	1000 2.55	\$457 29	0.00000	30	0	
2	2 34.3	2000 2.61	971 35	1.14660	36	2231	
2	1 32.4	6025 2.74	433 24	0.47500	24	70.3	
1	0 32.0	2.90	12:54 21	0.44000	21	29	
1	8 30.4	4000 2.93	1795 12	0.00000	12	0	
1	7 29.3	3620 3.03	1941 24	0.51600	24	917	
1	6 27.5	9400 3.15	079 35	0.94400	36	2147	
i	5 27.3	1000 3.20	1775 37	0.00000	38	õ	
1	4 26.4	4400 3.34	830 61	0.00000	62	ĕ	
1	2 23.6	2200 2.53	2041 02	0.00000	80	0	
1	1 22.1	5200 3.94	497 90	0.00000	92	0	
1	0 21.1	1000 4.20	1714 78	0.00000	80	0	
	9 19.9	9000 4.4	5805 61	1.84000	62	6129	
	8 18.5	5600 4.71	678 44	1.28000	45	2142	
	7 17.5	5000 5.04	365 26	0.88000	27	1552	
	5 14.5	9600 5.93	1719 10	0.28000	10	253	
	4 13.5	9300 6.35	5231 5	0.10000	5	43	
	3 12.1	6.80	1724 3	0.04670	3	13	
	2 11.1	9100 7.42	477 11	0.26000	11	166	
	1 11.0	0700 7.90	621 9	0.10000	(COUNCE)	(COUTCH)	
Pe	ak 2The	eta d	1/1	1 99639	Intensity	Integrated	Int
Peak D	ata List						
				0.0000			
2 2	1 22 4	5200 2.40	1382 97	0.00000	99		
1 2	4 36.1	7600 2.44	293 100	1.71000	102	7230	
п	o. (dec	3) (A)		(deg)	(Counts)	(Counts)	
no. pë	ak 2Th	eta d	1/1	1 1963	Intensity	Integrated	Int
Strong	est 3 peak	can.					
te:	. KASP#	Mn02#06gram					
oup te Strong no. pe	est ak	Stand KASP# 3 peak 2Th (dec	Standard XASP#Mn02#06gram 3 peaks 2Thets d (dea) (A)	Standard XASP#Mn02#06gram 3 peaks 2Theta d I/I (dec) (Å)	Standard RASP#Nn02#06gram 3 peaks 2Theta d I/11 PMEM (dec) (Å) (dec)	Standard XASP#Mn02#D6gram 3 posks 2Theta d I/11 PMGM Intensity (dec) (A) (dec) (Counted)	Standard XASP#Mn02#D6gram 3 peaks 2Theta d I/II PMEM Intensity Integrated (dec) (A) (County) (County)

peak	2Thete	d	1/11	1000	Intensity	Integrated	Int
T102 -	(deg)	(A)		(deg)	(Counta)	(Counte)	
50	63.2850	1.46831	20	0.55000	20	671	
51	64.9000	1.43562	34	0.48000	35	1064	
52	66.1783	1.41095	68	1.33670	69	3713	
53	67.0600	1.39453	36	0.96000	37	1609	
54	68.4666	1.36927	15	0.22670	15	351	
55	69.3790	1.35347	19	0.29800	19	385	

Lampiran 7. Data Hasil Karakterisasi UV-Vis

1. Pengaruh massa karbon aktif terhadap deposisi MnO₂



Sampel	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
KMnO ₄ 0,05 M	545,5; 525,5; 507,5; 317; 310	1,168; 1,213; 0,911; 0,844; 0,877
KASP 0,4 $g + KMnO_4$	207,00	4,016
KASP 0,6 $g + KMnO_4$	208,00	4,113
KASP 0,8 $g + KMnO_4$	212,00	4,752

2. Pengaruh konsentrasi $KMnO_4$ terhadap deposisi MnO_2



Sampel	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
$KASP + KMnO_4 0,02 M$	206,50	4,011
$KASP + KMnO_4 0,05 M$	208,00	4,113
$KASP + KMnO_4 0,08 M$	237,50	5,224

3. Pengaruh suhu terhadap deposisi MnO₂



KASPMin 02 65 derC # P 10-KASPMin 02 80 derC # P 10-KASPMin 02 95 derC # M - 1 KMin0 40.05 M P100- Raid

Sampel	Panjang gelombang (nm)	Absorbansi
$KASP + KMnO_4 (65 °C)$	207,00	3,954
$KASP + KMnO_4 (80 °C)$	208,00	4,120
$KASP + KMnO_4 (65 °C)$	208,00	4,113

4. Pengaruh pH terhadap deposisi MnO₂

Sampel

KASP + KMnO₄ (Netral)

 $KASP + KMnO_4(Asam)$

KASP + KMnO₄ (Basa)



Panjang gelombang (nm)

208,00

218,50

223,50

KASP Min OC Asim - RavO a KASP Min OC Bis a- RavD at KASP Min OC Netral - RavO KASP Min OC Netral - RavO KASP Min OC Netral - RavO

	89

Absorbansi

4,113

4,321

5,187